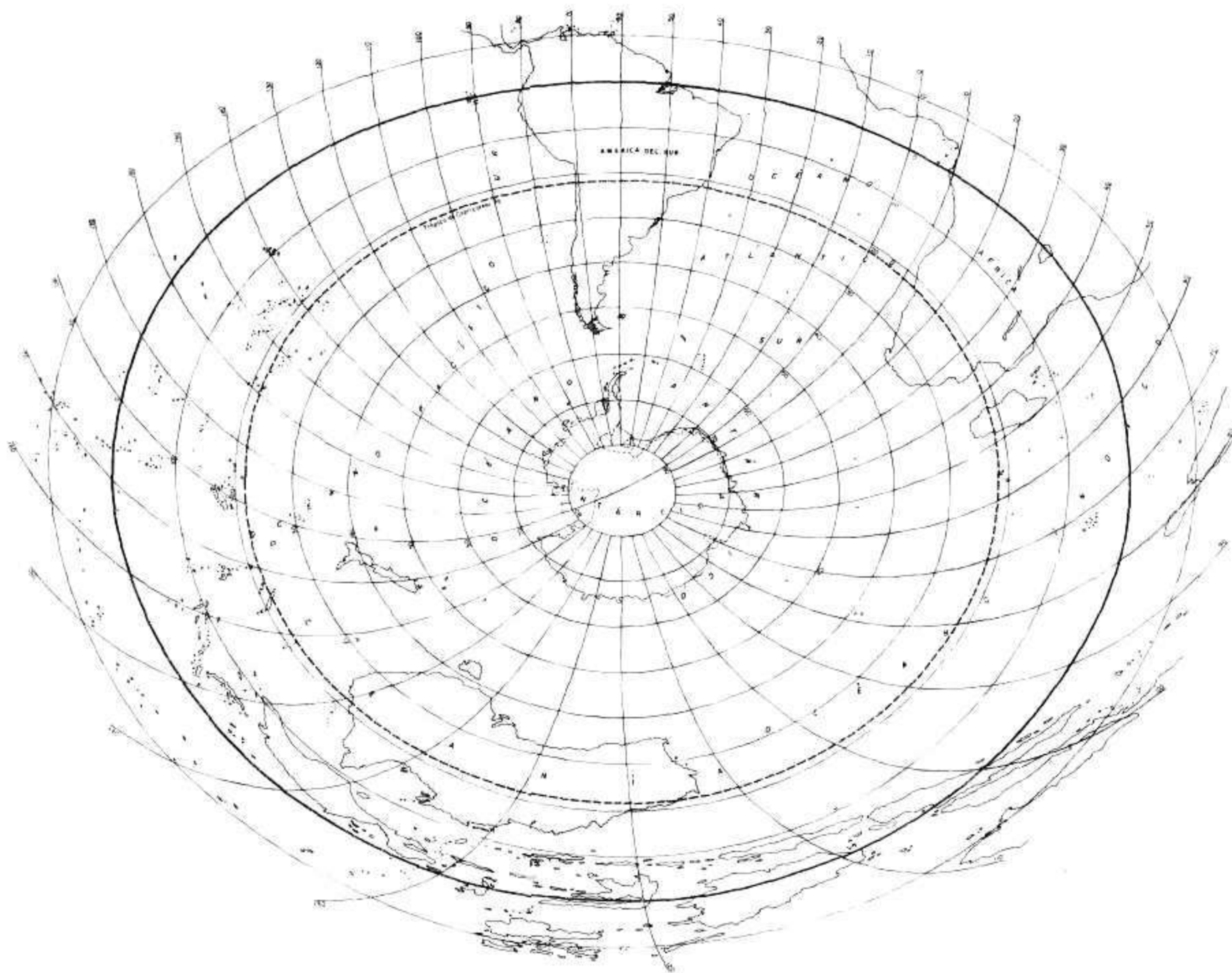


CAPRICORNIO

REVISTA GEOLOGICA ARGENTINA PARA EL TROPICO AUSTRAL



Universidad Nacional de Salta
Salta, República Argentina

CAPRICORNIO	1	1	1 - 96	SALTA	1986
-------------	---	---	--------	-------	------

Capricornio

Director:

José Antonio Salfity

Comité Editor

Miguel Angel Boso, Miguel Angel Galliski, Ricardo Héctor Omarini, Ricardo José Sureda, José Germán Viramonte

Consejo Editorial Honorario

Fernando F. Marques de Almeida, Brasil
Gerald Christian Amstutz, Alemania Federal
Vicente Araña Saavedra, España
Antonio Arribas Moreno, España
Haroldo Erwin Asmus, Brasil
Waldo Avila Salinas B., Bolivia
Bruno A. Baldis, Argentina
C. Roger Bristow, Inglaterra
Jacques P. Cassedanne, Brasil
Giovanni Cecioni, Chile
Edwin J. Cobbing, Inglaterra
Guillermo Chong Díaz, Chile
— Hermann Duque-Caro, Colombia
Tomas Feininger, Canadá

Félix González Bonorino, Argentina
Bryan L. Isacks, Estados Unidos de América
Francois Mégard, Francia
Alberto R. G. Mingramm, Argentina
Alvaro Mones, Uruguay
Oscar Palacios Moncayo, Perú
Rosendo Pascual, Argentina
A. C. Rocha-Campos, Brasil
Luis Alberto Rodrigo, Bolivia
Michel Servant, Francia
Ramiro Suárez Soruco, Bolivia
Pedro Nicolás Stipanivic, Argentina
Mario Vergara M. Chile
Gerd E. G. Westermann, Canadá
Werner Zeil, Alemania Federal

Dirección Postal:

TELEX: UNSAT - AR 65121
T.E. (087) 250100/197/198/394
Int. 123

Comité Editor de Capricornio
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA
Buenos Aires 177
4400 Salta
República Argentina

GEOLOGÍA DE LA PATAGONIA

ESTUDIO REGIONAL DE LA CORDILLERA ANDINA, VERTIENTES ATLÁNTICA Y PACÍFICA,
ENTRE LOS PARALELOS 40° Y 52° DE LATITUD SUR

Félix González Bonorino

RESUMEN

Este artículo resume las relaciones estratigráficas generales en un sector de la Cordillera de los Andes perteneciente a su extremo meridional. El esquema aquí propuesto puede sintetizarse como sigue:

ARGENTINA	CHILE
	Terciario
Formaciones Collón Curá y Nirihuau: sedimentos continentales y marinos, tufáceos, y rocas piroclásticas, mantos de carbón.	Formación La Cascada: litologías similares con mayor desarrollo de carbón.
Formación Ventana: lavas y brechas andesíticas.	Formación Cordón de las Tobas: litologías similares.
	Cretácico
	Batolito Andino
Rocas plutónicas ácidas e intermedias.	Litologías similares.
	Mesozoico
Grupo Piltriquitrón: sedimentos y tobas, marinos y continentales en parte con importantes intercalaciones de diabasas; Formación Yaghan, Formación Springhill, Formación Piltriquitrón.	Formación Tralcán: rocas sedimentarias, en partes con chert y lavas en almohadilla; intrusiones ácidas; Formación Tralcán, Formación Alto Palena.
	Pérmico superior - Triásico inferior
Complejo intrusivo Huechulafquen: principalmente rocas plutónicas ácidas e intermedias.	Batolito Panguipulli: rocas plutónicas ácidas e intermedias.
	Pérmico
Complejo Huemul; pórfiros cuarcíferos, rocas piroclásticas y conglomerados; Serie Porfirítica.	Complejo Huemul: litologías similares; Formación Tobífera, Formación Huemul.
	Paleozoico medio o superior
Grupo Tepuel: principalmente con sedimentos clásticos marinos; tobas; Formación Andacollo (p.p.) Formación Millaqueo, Formación Bahía de la lancha; localmente metamorfismo de contacto.	Litologías similares afloran entre 45° S y 52° S; en parte, caliza-chert-basalto podrían pertenecer a este intervalo; Formación Potranca, Formación Canal Pérez Sur, Formación Tarlton.
	Paleozoico inferior - ¿Precámbrico superior?
Grupo Colohuincul: rocas metamórficas antiguas, principalmente de grado bajo a medio; filitas esquistas y, en parte, gneises.	Grupo Panguipulli: rocas metamórficas de grado bajo a medio y de metamorfismo de contacto; incluye Formación Canal King.

ABSTRACT

The sector of the Andes described in this paper is extended between latitudes 37° S and 52° S approximately. This sector roughly corresponds with the Patagonian Andes.

For reasons of nomenclature and lack of correlation studies about the international border, two sets of stratigraphic names are employed, one for Chile, another for Argentina. This duality has hindered achievement of a truly regional synthesis. Undoubtedly, however another obstacle to faster progress in the lithostratigraphic complexity in the region, accentuated by the presence of similar obscured, the relation by affecting to similar degree units at differing structural and stratigraphic levels.

The major stratigraphic subdivisions in the Patagonian Andes and their international correlation, as postulated in this paper, are:

ARGENTINE		CHILE
	Tertiary	
Andesitic lavas and breccias (lower Tertiary) overlain by continental and neritic tuffaceous sediments and pyroclastic rocks (upper Tertiary).		Similar lithologies.
	Cretaceous Intrusive Rocks	
Acid to intermediate plutonic rocks of the Andean Plutonic.		Similar lithologies.
	Mesozoic	
Piltriquitron Group: marine and continental sediments and tuffs in parts conspicuous for the intercalation of diabase sills.		Talcan Formation: sedimentary rocks, in part with chert and pillow lavas; acid intrusions.
	Upper Permian - Lower Triassic	
Huechulafquen Intrusive Complex: acid to intermediate plutonic rocks dominant.		Panguipulli Batholith: acid to intermediate plutonic rocks.
	Permian	
Huemul Complex: quartz porphyries, pyroclastic rocks, and conglomerates.		Huemul Complex: similar lithologies.
	Middle or Upper Paleozoic	
Tepuel Group: mainly clastic sediments, with tuffs; mostly marine.		Similar lithologies are exposed between lat. 45° and 52° South. Local limestone-chert-basalt association may belong to this interval.
	Lower Paleozoic (to Upper Precambrian)	
Colohuincul Group: older metamorphic rocks, mainly low to medium grade; phyllites, schistes, and local gneisses.		Panguipulli Group: low and medium grade metamorphic rocks, with local contact metamorphism.

INTRODUCCION

La Patagonia argentino-chilena está conformada por la Cordillera Andina y la región extra-andina. Predominan en esta área las rocas ígneas batolíticas, plutones y stocks, alternando con lavas porfíricas ácidas de similar edad pérmica, con su basamento metamórfico paleozoico inferior y quizá precámbrico, mientras que en los niveles superiores afloran estratos sedimentarios de carácter continental y marino, principalmente mesozoicos.

Quedan así definidas grandes unidades litológicas claramente diferenciables. La tendencia natural de los primeros geólogos que mapearon estas rocas fue suponer que a cada unidad le correspondía una edad. Estudios posteriores revelaron que esta simplificación no era válida pues con su apariencia homogénea dichas unidades litológicas esconden subunidades de edad - en algunos casos - marcadamente diferentes.

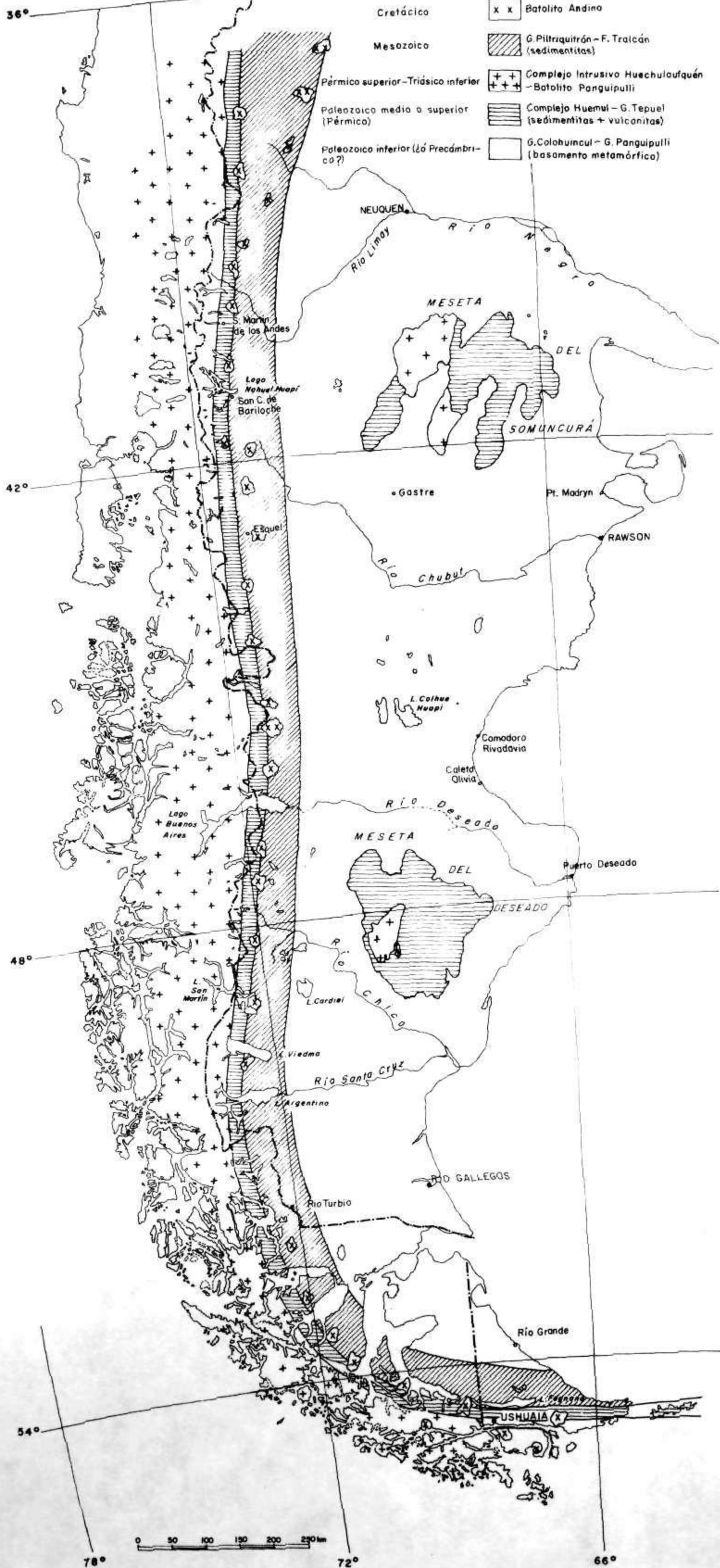
Así, pues, existen rocas metamórficas del Paleozoico inferior y otras del

Paleozoico Superior, granitos paleozoicos y mesozoicos y hasta terciarios, porfiritas triásicas, cretácicas y terciarias. Por su semejanza estas subunidades son difíciles de mapear y por ello falta aún mucho por descubrir en la complejidad geológica de la Patagonia.

En este trabajo se resume el conocimiento actual y se expone interpretaciones personales fruto de un trabajo de varios años en la Patagonia, así como de una visión armónica del conjunto de las unidades estratigráficas allí aflorantes (Fig. 1).

ANTECEDENTES

Charles Darwin visitó la Patagonia argentina y la región austral chilena publicando luego la famosa "Geological observations ..." (1846), pero recién después comenzaron a compilarse nuevos datos geológicos, petrográficos, paleontológicos y morfológicos en ambos lados de la cordillera con el inicio del presente siglo. Uno de los estudios más significativos consiste en los trabajos de Egidio Feruglio, quien



exploró la Patagonia. Este autor, como miembro de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, publicó tres tomos que fueron considerados como el máximo exponente de su reconocimiento regional.

Este autor formó varios geólogos jóvenes, entre los cuales se distinguió particularmente Tomás Suero.

Varios autores europeos que se incorporan en Argentina y Chile continuaron los estudios de la Patagonia, entre ellos Juan Bruggen, Pablo Groeber, Guido de Bonarelli, Ricardo Wichmaner, Anselmo Windhausen, Giovanni Cecioni, entre otros.

En las expediciones científicas extranjeras que visitaron la región patagónica participaron - entre otros - P. Quensel, O. Nordensjöld, E. H. Kranck, A. Heim, E. Ljungner, L. Wehrli, C. Caldenius y, últimamente, H. R. Katz, R. L. Bruhn y I. W. Dalziel.

Numerosos estudios publicados por geólogos argentinos, y chilenos desde el año 40 fueron a aumentar los datos regionales, tanto sobre la cordillera andina como también en la región extra-andina.

ESTRATIGRAFIA

Paleozoico Inferior o Precámbrico.

Región Argentina

Grupo Colohuincul

Las rocas metamórficas antiguas aflorantes en la Cordillera Patagónica del lado argentino, se agrupan para este trabajo, en una unidad que se llamará Grupo Colohuincul. Este nombre es una extensión de la Formación Colohuincul que Turner (1973, 1976) empleara para designar a las rocas metamórficas de grado inferior y medio.

La edad del Grupo Colohuincul es probablemente paleozoica inferior, sin descartar la posibilidad de que algunos afloramientos fueran precámbricos.

Área neuquina

Las rocas del Grupo Colohuincul ocupan áreas relativamente limitadas en comparación con afloramientos de

unidades más jóvenes, sobre todo los plutones graníticos. En el área del Aluminé (Turner 1973, 1976), entre los paralelos 39° y 40°, se encuentran facies metamórficas de grados medio y bajo. Se trata de filitas cuarzosas moscovíticas, foliadas y con nódulos cloríticos; de esquistos plegados e inyectados por venas cuarzosas y de esquistos migmatíticos y gnéisicos feldespáticos. En algunos afloramientos se ven nódulos cordieríticos.

Área rionegrina - chubutense

En la cuenca del lago Nahuel Huapi afloran rocas metamórficas pertenecientes al Grupo Colohuincul (Feruglio 1941, 1949-1950; Petersen y González Bonorino 1947). En la hoja San Carlos de Bariloche predominan micacitas biotíticas y moscovíticas, a veces plagioclásicas, cuarcitas micáceas y esquistos granatíferos alternando con esquistos anfibólicos, cortados por vetas cuarzosas. En algunos afloramientos los esquistos muestran posiciones inclinadas y hasta verticales, pero en general están subhorizontales.

En las nacientes del río Ñirihuau los esquistos muestran la asociación biotita-oligoclasa-granate-cianita, mientras que en las cuencas de los lagos Gutiérrez, Guillermo y Mascardi, predominan esquistos anfibólicos. En los cordones Aspero, Serrucho y Piltriquitrón existen afloramientos potentes de esquistos en gran parte gnéisicos fuertemente deformados y fracturados.

En resumen, en la zona cordillerana desde Neuquén a Chubut, el Grupo Colohuincul está constituido principalmente por rocas metamórficas de facies intermedias.

Área santacrucense

En la región patagónica austral, entre los lagos Buenos Aires y San Martín, el Grupo Colohuincul comprende rocas metamórficas que ya Feruglio (1949-1950) distinguiera como un complejo de esquistos pre-mesozoico. Estas rocas han sido estudiadas por Feruglio (1949-1950), Quensel (1911), Bonarelli y

Nágera (1921), Heim (1940) y mas recientemente por Borrello (1969), Nullo et al. (1978) y Ramos (1979).

Los afloramientos muestran esquistos cuarzosos, filitas y cuarcitas fuertemente inyectadas, con venas ptigmáticas. Un poco más al norte del lago Buenos Aires, en el cerro Belgrano, Hauthal (1904) halló esquistos cuarcíticos plegados. En las márgenes del lago Pueyrredón, cerca del límite con Chile, he observado filitas cuarzosas con inclinaciones más o menos verticales y con rumbos variables, inyectadas por vetas cuarzosas.

Feruglio agrupó estas rocas en un "Complejo esquistoso del río Lácteo", unidad que luego fue dada con rango formacional: Formación Río Lácteo, por Ramos (1979).

Area fueguina

Donde la Cordillera Austral gira hacia el este, el basamento metamórfico representado por el Grupo Colohuincul continúa aunque con afloramientos mucho más reducidos. En la región próxima a Ushuaia, estas rocas fueron estudiadas por Kranck (1932), Feruglio (1949-1950), Petersen (1949), y más recientemente, por Borrello (1969), Bruhn (1979) y Caminos (1980).

Los afloramientos muestran filitas fuertemente replegadas, inyectadas por vetas de cuarzo, que muestran clivaje de fractura, bandeamiento y corrugamiento (chevrón). Al microscopio se ve cuarzo, albita, moscovita y algo de calcita. Las filitas alternan con esquistos anfibólicos, y - según Kranck - son en parte miloníticos. Se trata de una facies de baja temperatura.

Estos afloramientos de la zona de Ushuaia y del Canal de Beagle fueron agrupados por Caminos (1980) en la Formación Lapataia.

Paleozoico Inferior o Precámbrico.

Región Chilena

Grupo Panguipulli

El nombre de Formación Panguipulli fue dado por Aguirre y Levi (1964) a los afloramientos metamórficos en la

provincia de Valdivia. González Bonorino (1970) incluyó y extendió estas rocas en su Serie Metamórfica.

Este trabajo amplía esta denominación para agrupar todo el basamento metamórfico chileno cuya edad sea paleozoica baja o precámbrica. Numerosas edades radimétricas publicadas indican una edad para la sedimentación que generalmente cae en el Paleozoico inferior, pero los datos son bastante heterogéneos y saltuarios, y tendrán que ser revisados profusamente.

Las otras publicaciones que tratan estas rocas son principalmente las de Quensel (1911), Nordensjöld (1905), Heim (1940), Steffen (1944), Fuenzalida (1947), Illies (1960), Ruiz (1965). En los últimos tiempos estudiaron Stiefel (1970), Hervé (1976), Thiele et al. (1976), Hervé et al. (1979), Miller (1979), Forsythe y Mpodozis (1979), Forsythe y Allen (1980).

En la Cordillera de la Costa afloran rocas metamórficas entre las latitudes 37° a 40°. La secuencia se ha dividido en tres series metamórficas: Pichilemu, Nirivilo y Curepto. La serie Curepto muestra un grado creciente de metamorfismo hacia el oeste, con metamorfismo dinámico-térmico. Entre esta serie y el batolito granodiorítico situado al este, se interpone la serie Nirivilo, un producto de metamorfismo térmico; su gradiente es opuesto al de Curepto. Esta serie consiste en tres zonas: 1) pizarras de cuarzo-moscovita-clorita-(albita); 2) filitas de cuarzo-moscovita-biotita-(albita); y 3) esquistos de cuarzo-moscovita-clorita-albita (+ granate). Todas ellas pertenecen a la facies de esquistos verdes. La recurrencia de clorita en la tercera zona es atribuida a metasomatismo de hidrógeno. En la serie Nirivilo distinguí las siguientes sucesiones de asociaciones críticas, de oeste a este: 1) moscovita-biotita-clorita-albita; 2) moscovita-biotita-andalucita-sillimanita (o cordierita). En la zona de más alto grado, la moscovita es en su mayor parte de origen metasomático. La

facies más alta representada en esta serie es la de hornfels de hornblenda y hornfels de piroxeno. El grado de metamorfismo varía a lo largo de la faja de contacto. La serie Nirivilo es de presión relativamente baja, mientras que la serie Curepto es de presión alta o intermedia alta.

En el área Tomé y Osorno aflora la serie Nirivilo hasta la desaparición del batolito a la latitud de Traiguén. Los tipos petrográficos y las asociaciones mineralógicas son las mismas que en el norte, aunque se nota un mayor desarrollo en la zona más potente de la serie Curepto.

En el estudio publicado por Thiele et al. (1976) se da un bosquejo geológico del área del lago Panguipulli. Si bien estos autores no habrían demostrado la presencia de las rocas de la serie metamórfica del basamento cristalino en la Cordillera de la Costa (González Bonorino 1970), es evidente que consiste en la misma unidad de las rocas metamórficas de las series Curepto y Nirivilo, correlacionadas con la Formación Panguipulli. Es posible que la Formación Panguipulli esté representada por los esquistos relativamente viejos - Formación Canal King - de edad paleozoica inferior (Miller 1979).

La relación genética indica que se trata de un ciclo tectomagmático único ocurrido en el Paleozoico Inferior. Cada una de las series Curepto y Nirivilo corresponden a fases separadas por ascenso y descarga erosiva. Los cambios longitudinales en la aureola de contacto se pueden explicar por avances laterales irregulares del batolito.

El basamento metamórfico sigue aflorando en distintos lugares de la cordillera patagónica en ambos lados del Valle Longitudinal. A la latitud de unos 41°S en la Cordillera Principal, en el área de los ríos Manso y Puelo, se han encontrado paragneises, esquistos córneos (hornfelsicos) y esquistos verdes, formados por capas foliadas, que

fueron estudiados por Fuenzalida (1947). Estas rocas están inyectadas e intruidas por rocas graníticas. Los esquistos muestran también capas de anfibolita y esquistos cuarzosos plagioclásicos con metamorfismo hidrotermal.

Entre los estudios publicados sobre los afloramientos de rocas metamórficas paleozoicas en la isla Chiloé y los archipiélagos del Pacífico se encuentran los trabajos de Miller (1973, 1976, 1979). La parte principal del basamento aflora en la isla Chiloé y el Archipiélago de los Chonos. La Formación Canal King está formada por filitas, filitas cuarcíferas y esquistos micáceos con intercalaciones de esquistos verdes. Sus asociaciones minerales consisten en cuarzo-sericita-clorita; cuarzo-moscovita-epidoto-biotita-clorita; cuarzo-albita-moscovita-granate; y esquistos verdes y anfibólicos. El espesor de los esquistos no se puede demostrar fácilmente. Su edad sería pre-devónica.

Cecioni (1956) hizo un estudio de estas rocas aflorantes entre los paralelos 50° y 52°, en los archipiélagos e islas Madre de Dios, Guarello, Duque de York, Diego de Almagro y otras. Los esquistos se continúan hacia el sur en la Formación Canal King. La litología se caracteriza por pizarras y cuarcitas feldespáticas plegadas.

En la latitud 50°-51° S afloran esquistos metamórficos intruidos por rocas graníticas que se extienden sobre el margen pacífico. Este basamento aflora entre la península Staines y la Cordillera Sarmiento (Bruhn et al. 1978).

En la Cordillera Darwin, se encuentran las mismas unidades metamórficas. Hervé et al. (1979) observaron esquistos bandeados, formados por cuarzo-biotita-hornblenda-granate-estauroлита. Estas rocas corresponderían a la serie Nirivilo.

Paleozoico Medio o Superior. Región Argentina

Grupo Tepuel

Rocas sedimentarias de edad paleozoi

ca media a alta son moderadamente abundantes en la Cordillera Patagónica y la zona extra-andina. Aunque se conocen ya desde los estudios de Feruglio en 1941, persisten aún varias dudas en cuanto a correlaciones regionales. Los afloramientos aislados, las fuertes deformaciones en algunas áreas, y - sobre todo - la falta de un estudio unificado, son las razones principales para no haber llegado a un acuerdo.

Las publicaciones de Suero (1948, 1953) demostraron la presencia de sedimentos del Paleozoico Superior (en su mayor parte del Carbónico) en las sierras de Tecka, Tepuel y Languiño, y contribuyeron buenas descripciones litológicas. El agrupó estos sedimentos como "Sistema de Tepuel" (Suero 1948 p.39). En el presente trabajo se propone usar el nombre Grupo Tepuel para incluir las rocas sedimentarias que Suero atribuyera al Paleozoico Superior en la localidad tipo, y otros afloramientos aislados o distantes que parecen ser aproximadamente correlacionables con la secuencia de Tepuel.

Area neuquina

En el norte del Neuquén afloran las rocas sedimentarias y volcánicas de la "Serie Andacollo", estudiadas por Zölner y Amos (1955) en la Cordillera del Viento, cerca de Andacollo (Chos Malal).

Estos autores separaron las siguientes unidades: 1) Tobas inferiores o "basamento Carbónico" de conglomerados y areniscas tobáceas marinas, estratificadas, fósilíferas, de edad carbónica baja; 2) la Formación Huaraco, con lutitas y areniscas cuarcíferas, con fósiles y flora que indican una edad carbónica; y 3) una unidad denominada "Tobas superiores" cortada por diques y stocks graníticos y granodioríticos, que ellos atribuyeron también al Carbonífero que se apoya en discordancia sobre la Formación Huaraco. La secuencia tiene un espesor total de

unos 2700 metros. Habiendo revisado estas unidades en el campo, creo posible que las Tobas superiores pertenezcan al Pérmico y no correspondan al mismo ciclo sedimentario que las dos unidades inferiores. De tal modo he separado las dos unidades basales marinas incluyéndolas en el Grupo Tepuel, mientras que las Tobas superiores serán incluidas en el Complejo Huemul que se discute en la próxima sección.

Area rionegrina

Rocas sedimentarias atribuibles al Paleozoico medio o superior afloran de manera restringida, sobre las márgenes del lago Nahuel Huapi y fueron estudiadas por primera vez por Ljungner (1930-1932). Se trata de areniscas cuarzosas, lutitas y conglomerados con clastos de pórfiros; en parte hay cuerpos intrusivos de granodiorita. Ljungner las denominó Formación Millaqueo, y el área tipo está cerca del islote Centinela, a la entrada al Brazo Blest (véase también Borrello 1969, Lámina XII).

Bordeando el Brazo Tristeza, frente a Puerto Pañuelo, asoman esquistos de cuarzo-biotita (oligoclasa). En el cerro López afloran, cerca del refugio C.A.B., cuarcitas laminadas alternando con esquistos cuarcíticos inclinados o plegados, con pirita, y capas de diabasa.

En el Seno Huemul, situado en frente a la ruta nacional "f" se encuentran meta-grauvacas bien estratificadas. Sobre el lago Correntoso (Quitopurai) afloran estratos hornfelsicos con cuarzo y biotita, en parte hematíticos. Todos estos afloramientos están agrupados en la Formación Millaqueo, en el presente trabajo.

Area chubutense

En el faldeo del Cerro Pirque, sobre el río Epuyén, afloran areniscas y lutitas, moderadamente inclinadas, cubiertas en discordancia por estratos volcánicos (Petersen y González Bonorino 1947; González Bonorino 1974).

Estas rocas sedimentarias son aquí correlacionadas con la Formación Millaqueo, descripta arriba, y separadas de las volcánicas que pertenecerían al Complejo Huemul.

En el sur del Chubut se encuentra el área tipo del Grupo Tepuel. Suero (1948) descubrió un extenso afloramiento de estas rocas con abundantes fósiles principalmente marinos. En este importante estudio describió los afloramientos en la sierra de Tepuel, con varios perfiles donde la secuencia muestra unos 30° de inclinación sureste, y un espesor de unos 5000 metros. Las rocas comprenden areniscas feldespáticas y micáceas, grauvacas, pizarras y conglomerados, y, en partes, capas conglomerádicas brechosas de aspecto glaciógeno. Los fósiles abundantes comprenden trilobites, nautiloideos, braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, corales, etc. Los afloramientos de estos sedimentos presentan en niveles inferiores, areniscas micáceas con restos de plantas. Hacia el este siguen hacia la sierra de Languiño depósitos con faunas marinas y continentales.

Estudios expeditivos recientes hacen sospechar que parte de las rocas que Suero incluyó en su sistema de Tepuel son liásicas y deben ser separadas (Nullo 1983, comunicación personal).

En la región periférica a la estudiada por Suero, hay dos afloramientos aislados de rocas sedimentarias más o menos deformadas, que Suero (1948 p.45, 1953 p.51) denominó informalmente "Esquistos de Esquel" y "Esquistos de Arroyo Pescado". La correlación estratigráfica en estos afloramientos ha dado mucho que hablar y está aún pendiente de solución. En este trabajo se sintetizará la información que ha sido publicada sobre este tema y se comunicará el resultado de un breve reconocimiento geológico.

Feruglio (1941 p.33) distinguió "un complejo de esquistos poco metamorfizados y en parte con aspecto de sedimentos casi normales, que es sin

duda distinto y mucho mas reciente que el de las micacitas y gneises" que forman el basamento cristalino. Para la descripción litológica básica se apoyó en los afloramientos próximos a Esquel, razón por la cual estos constituyen, de hecho, la localidad tipo.

En opinión de Feruglio hay otros afloramientos que se pueden incluir dentro de este "complejo de esquistos" y que se hallan algo al norte (Río Epuyén, Cordón de Cholila, Cordón de Leleque), algo al oeste (Lago Futalaufquen) y bastante al sur (lagos Buenos Aires y San Martín) de la localidad tipo (Feruglio 1941, p.33 y 34; 1949-1950, I, p. 46). En cuanto a la edad dijo: "estimo que debe ser paleozoica, quizás del Paleozoico Inferior, aún cuando no hay elementos para fijar con acierto su edad" (Feruglio 1941, p.34).

Poco tiempo más tarde Gröeber (1942) retomó el tema de los "Esquistos de Esquel". Aceptó la correlación hecha por Feruglio con sedimentos arcillosos en el lago Fulaufquen, y observó, además, que los "Esquistos de Esquel" están intruidos por diorita cuarcífera. Postuló una edad paleozoica inferior para estos sedimentos.

Concerniente al tema que se trata aquí, lo más interesante del artículo de Gröeber es que correlacionó los "Esquistos de Esquel" con afloramientos en la Sierra de Languiño (Gröeber 1941 p.372). Gracias al trabajo de Suero (1953) se sabe que estos afloramientos son del Paleozoico Superior. Suero (1948 p.33) señaló que Gröeber había incluido como Paleozoico Inferior sedimentos del Liásico, pero no invalida la correlación general (Feruglio 1949-1950 T.III p.255).

Las publicaciones de Suero (1948, 1953) demostraron la presencia de sedimentos del Paleozoico Superior (en su mayor parte del Carbónico) en las sierras de Tecka de Tepuel y Languiño, y contribuyeron con buenas

descripciones litológicas. El agrupó estos sedimentos como "Sistema de Tepuel" (Suero 1948 p.39).

Suero (1948 p.45, 1953 p.51) atribuyó los "Esquistos de Esquel" al Paleozoico Inferior o Medio, coincidiendo con Feruglio, y aceptó la correlación hecha por éste de los "Esquistos de Esquel" en su localidad tipo, con afloramientos en el lago San Martín.

Distinguió, además, otra unidad que llamó "Esquistos de Arroyo Pescado", la cual aflora a unos 45 km al este de Esquel. Estos sedimentos son parecidos a los "Esquistos de Esquel" pero él los consideró del Precámbrico (Suero 1948 p.45, 1953 p.51).

Ugarte (1965) discrepó con Suero y ubicó a los "Esquistos de Arroyo Pescado" en el Paleozoico Inferior a Medio. Roller (1969) correlacionó los "Esquistos de Esquel" con los "Esquistos de Arroyo Pescado", postulando una edad paleozoica inferior a media para el conjunto. Además supuso que los últimos estaban cubiertos en discordancia por el "Sistema de Tepuel" que aflora en las proximidades.

Más recientemente (González Bonorino 1974 p.150), juzgué "muy probable" que los "Esquistos de Esquel" fuesen coetáneos con la Formación Millaqueo que venía siguiendo desde el norte. Cucchi (1980) no aceptó mi correlación con la Formación Millaqueo pues considera que ésta es mesozoica; sobre este tema se hablará más adelante. Cucchi sugirió que la parte inferior de los "Esquistos de Esquel" es equivalente a los "Esquistos de Arroyo Pescado" y que la parte superior debe correlacionarse con el "Sistema de Tepuel" como fuera definido por Suero. La secuencia completa abarcaría desde el Devónico hasta el Pérmico, aproximadamente, y estaría interrumpida por una discordancia equivalente a la que Roller postuló para los afloramientos de Arroyo Pescado. En mi opinión la evidencia en favor de esta discordancia es muy débil y su

presencia no es necesaria para explicar los cambios litológicos que se observan. Dedicaré algunas páginas para discutir la correlación de los "Esquistos de Esquel" con otras unidades próximas (ver González Bonorino 1979).

"Esquistos de Esquel"

Se comenzará por describir los "Esquistos de Esquel" en su localidad tipo, o sea a unos 5 km al este de Esquel, cerca del cruce de la ruta 259 con las vías del ferrocarril. Los afloramientos son excelentes. Está expuesto un perfil homoclinal de unos 500 metros de espesor, con base al Este y rumbo Norte-Sur, y verticales, con flexuras. Este perfil corresponde a lo que Cucchi (1980) denominó Formación Esquel (ver también Lopez Gamundi 1980). Hay tres tipos litológicos interestratificados: a) wackes cuarzosas grises medianas, en bancos medianos y gruesos; b) wackes cuarzosas grises oscuras, en bancos delgados; y c) lutitas grises oscuras, fisibles. La mineralogía de las wackes es homogénea: predomina el cuarzo, y le siguen clorita, plagioclasa sódica y algo de feldespatos potásicos; hay también fragmentos líticos. La matriz es de limo cuarzoso con algo de carbonato.

Los estratos más gruesos se destacan por ser más claros y por un tono superficial ocre. Sus espesores varían comúnmente entre 0,4 y 5 metros; el más grueso visto mide 8 metros. Sus bases y techos están bien definidos y suelen mostrar un difuso bandeado interno.

Estos estratos gruesos están separados por zonas de estratificación delgada donde alternan wackes grises oscuras, de grano fino, en banquitos menores de 10 cm de espesor, con lutitas grises oscuras, fisibles. En estas zonas la proporción de lutita es similar, o algo mayor, que la de wacke.

Las wackes tienen fondos netos y gradan rápidamente a la lutita, hacia arriba. En las bases de varios banquitos se vieron huellas de vermes y marcas indeterminadas orientadas

aproximadamente norte-sur. Estas características concuerdan con depósitos de corrientes de turbidez.

En el tercio superior del perfil, o sea hacia el noroeste, los bancos delgados predominan sobre los bancos gruesos.

En el tercio medio las proporciones son similares. En el tercio inferior las wackes en bancos gruesos desaparecen, y es en esta porción del perfil donde se desarrolla la litofacies más conocida de los "Esquistos de Esquel", o sea sedimentitas de grano fino deformadas.

Esta litofacies se caracteriza por la estratificación lenticular de las wackes y por la abundancia de lutita. Las wackes forman estratos muy delgados o pequeños lentes aplanados; en varios estratos se vió gradación granométrica normal pero es difícil de percibir debido a la deformación general. Imbuidos en esta "matriz" hay algunos canales de arenisca de grano fino o mediano, que pueden alcanzar 1 o 2 metros de largo y 60 centímetros de espesor. Hacia arriba se pasa gradualmente a las litofacies ya descritas y hacia abajo se pasa gradualmente a turbiditas delgadas, con huellas de vermes en sus fondos.

La deformación en pliegues es de poca magnitud general, pero con las litofacies finas los estratos están plegados de manera irregular, desordenada, en partes con pliegues concéntricos.

"Arroyo Pescado"

Sobre la ruta 25, a unos 45 km al este de Esquel, hay afloramientos que fueron mapeados por Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Rolleri 1969 p.275). El espesor expuesto no alcanza a 100 metros. El rumbo de los estratos es aproximadamente este-oeste y su manto 20° Sur. Los afloramientos son pobres.

Se pueden distinguir dos litofacies: a) wackes, limolitas y conglomerados, grises oscuros, en estratos delgados a gruesos, y b) lutitas grises negras,

fisibles, con wackes grises oscuros en banquitos delgados y con estratificación lenticular. En ambas litofacies la mineralogía es similar, con wackes cuarzosas y proporción variable de matriz limosa.

En la primera litofacies hay canales con wackes de grano mediano y grueso, macizas, en bancos gruesos, que alternan con conglomerados y paraconglomerados cuya matriz es de wacke gruesa con abundante matriz limosa verde oliva. Los clastos son subredondeados a subangulares y de unos 10 centímetros de diámetro. En partes se intercalan bancos de limolita maciza o laminada. En otras alternan conglomerados finos y areniscas finas. Se vió un canal que erosiona lutitas macizas.

Otros afloramientos muestran estratos delgados de wackes finas alternando con lutitas o paraconglomerados limosos, macizos cuyos clastos son subredondeados o subangulares. Estos paraconglomerados son interesantes pues son relativamente delgados (20 a 50 centímetros de espesor) y los clastos alcanzan a 15 centímetros de largo. La deformación en esta litofacies es de poca magnitud.

La segunda litofacies consiste de lutita gris oscura, en la cual se intercalan bancos delgados de wackes finas, o wackes con estratificación lenticular. En general, predomina la lutita sobre las wackes, pero en partes las proporciones son similares. Los lentes de wackes suelen tener 1 a 3 centímetros de espesor y 10 a 20 centímetros de largo. En esta litofacies la deformación es mayor que en la primera pero muy variable. Los "Estratos de Arroyo Pescado" están formados exclusivamente por estas litofacies lutíticas, parece rodear a los afloramientos aislados de wackes y conglomerados.

Sistema de Tepuel

Se describirá a continuación una pequeña área con afloramientos del "Sistema de Tepuel", que se halla a

30 km al sur de Tecka, sobre la ruta 40 y a unos 4 km al SSE del puesto de Herrera (Suero 1948 Figura 5). Los estratos están en posición normal, con rumbo 340° y manteo 24° Oeste. El espesor del perfil visitado es de 200 metros, aproximadamente. Los afloramientos son malos.

El perfil se puede dividir en dos miembros: a) un miembro inferior con arenitas y wackes, grises oscuras o grises verdosas más algunos conglomerados, alternando con lutitas plomizas y, b) un miembro superior con arenitas y conglomerados, marrones claros.

En el miembro inferior las arenitas y wackes son cuarzosas, cuarzosas líticas y cuarzosas plagioclásicas, de grano fino a mediano. Los conglomerados son finos, con empaquetamiento disperso y con clastos redondeados entre los que se vieron algunos de cuarzo de veta y de granito. Las lutitas son fisibles y en parte muestran ondulitas. Los bancos delgados de wackes muestran fondos planos y netos, a veces con huellas de vermes, y algunos tienen una mala gradación normal: es muy probable que sean turbiditas. Las areniscas forman canales en las lutitas, por esto afloran de manera salteada.

En el miembro superior del perfil afloran cuarcitas marrones claras, de grano mediano y macizas. Hay además numerosos lentes de paraconglomerados con clastos redondeados, menores de 10 centímetros, de granito y de cuarzo de veta entre otros. Se vieron unos pocos bancos de limolita maciza. Algunos estratos de arenita alcanzan 2 metros de espesor. La deformación es poca y afecta más a los estratos delgados; se ven pliegues aislados y flexuras que parecen sinsedimentarios.

La consideración de esta - sin duda escasa - evidencia de campo me lleva a concluir: a) que el contacto entre los "Esquistos de Arroyo Pescado" y el "Sistema de Tepuel" es un cambio litofacies sin que medie una discordancia y que simplemente marca la irrupción de sedimento grueso en la cuenca marina; b) que la fuerte deformación de los

"Esquistos de Arroyo Pescado" se debe a la mayor ductilidad de la litofacies lutítica y no a que hayan pasado por un ciclo de deformación previo a la depositación de wackes y conglomerados; esta conclusión está fuertemente apoyada por las observaciones en el perfil de los "Esquistos de Esquel"; y c) que el "Sistema de Tepuel", los "Esquistos de Esquel" y los "Esquistos de Arroyo Pescado" forman parte de un único sistema sedimentario que aquí se propone llamar Grupo Tepuel.

Area santacrucense

Feruglio (1949-1950) y en los últimos años Nullo et al. (1978) y Ramos (1976), han mapeado rocas sedimentarias, en partes con metamorfismo incipiente, en las cuencas de los lagos Buenos Aires, Pueyrredón, Belgrano y San Martín. Se trata de areniscas cuarcíferas y filitas cuarzosas, en partes fuertemente plegadas. Estas rocas en afloramientos aislados son comunmente agrupados como Formación Bahía de la Lancha. Riccardi (1971) determinó una edad entre devónica superior y carbónica inferior para esta unidad. Sobre la base de la litología y de la edad se propone incluir a la Formación Bahía de la Lancha dentro del Grupo Tepuel. Esta correlación había ya sido sugerida por Feruglio (1949-1950), aunque en términos necesariamente más generales.

Paleozoico Medio o Superior. Región Chilena

Afloramientos de rocas sedimentarias del Paleozoico Medio a Superior se conocen en los archipiélagos de la región austral chilena, entre las latitudes de 45° a 52° S, aproximadamente.

Miller (1976) describió las Formaciones Potranca (Devónico) y Canal Pérez Sur (Permo-Carbónico). La primera está formada por pizarras y areniscas feldespáticas, con algunos restos de fósiles marinos (Archipiélago de los Chonos). La Formación Canal

Pérez Sur consiste en pizarras, limolitas y areniscas, con restos de foraminíferos en afloramientos más reducidos.

Más al sur, en las islas Madre de Dios y Duque de York, Cecioni (1956) y Forsythe y Mpodozis (1979) mapearon basaltos en almohadillas y rocas sedimentarias del Paleozoico Superior. Se trata de tres unidades:

a) Calizas Tarlton, con calizas macizas y mármoles con fusulínidos del Carbonífero Superior a Pérmico Inferior.

b) Complejo Duque de York, con lutitas, grauvacas y conglomerados, de edad dudosa.

c) Complejo Denaro, con basaltos, cherts, y calizas de probable edad paleozoica superior.

Si bien existen dudas acerca de la edad de alguna de estas unidades, la asociación basalto-chert-caliza-flysch, se da en otras regiones sin que medie gran diferencia de edad entre los términos. Por ejemplo, en el Paleozoico Inferior de los Apalaches, y en el Mesozoico Superior de los Alpes. Yo estimo, pues, como muy probable que las tres unidades correspondan al Paleozoico Superior.

No obstante, queda abierta la posibilidad que el Complejo Denaro sea correlacionable con secuencias litológicas similares, de edad claramente mesozoica, aflorantes en la Cordillera Fueguina (Katz y Watters 1966; Katz 1963, 1964).

Cabe señalar que entre las rocas del Paleozoico Superior y los esquistos metamórficos de la costa central (González Bonorino 1970) la diferenciación es clara. Un ejemplo sería el contraste entre las Formaciones Potranca y Canal Pérez (Pérmico Superior), por un lado, y por el otro lado la Formación Canal King (Miller 1979) que es más antigua.

Pérmico

Complejo Huemul

El Complejo Huemul consiste en un conjunto de litofacies volcánicas

aflorantes en la Patagonia andina y extra-andina, superpuestas al basamento metamórfico antiguo. El Complejo, que sería de edad pérmica (sensu lato), habría sido intruído por rocas graníticas (Batolito Huechulauquén), al terminar el período Pérmico. Esta unidad volcánica fue estudiada principalmente por Quensel, Kranck, Nordenskjöld y, sobre todo, Feruglio, quien realizó una descripción regional completa de la Patagonia. Los nombres de esta unidad publicados en los primeros tiempos fueron Serie Porfírica o Porfirítica, Complejo Porfírico, entre otros.

Feruglio (1949-1950) había supuesto que este complejo es de edad jurásica media; lo mismo consideraron Nordenskjöld (1905), Quensel (1911) y Bonarelli (1917). En cambio Kranck (1932) le dio edad pérmica.

Al revisar estas rocas de la Cordillera Nordpatagónica (González Bonorino 1974, 1979) he podido comprobar que este complejo porfírico pérmico es más potente en comparación con los depósitos volcánicos triásicos. Un ejemplo de esto se ve al comparar las capas volcánicas del cordón Situación (Futaleufú) y las rocas del cerro Nahuel Pan, que es algo más joven. Otro caso similar es el complejo porfírico que aflora sobre el lago Fontana (Mina "La Ferrocarrilera"), que se extiende del lado chileno. Estos depósitos están cubiertos en discordancia erosiva por estratos sedimentarios mesozoicos ("Grupo Piltriquitrón"). Tanto en el lado argentino como el chileno el Complejo Huemul está intruído por rocas graníticas (Complejo Intrusivo Huechulauquén) de edad pérmica superior (ver Complejo Huemul, Región chilena).

Area Neuquina

Zöllner (Zöllner y Asmus 1955) estudió las rocas de la Cordillera del Viento, donde la Serie Andacollo está representada por las Tobas Inferiores ("Basamento Carbónico"), la Formación Huaraco (también Carboní-

fero) y las Tobas Superiores. Las Tobas Superiores, que Zöllner consideró de edad pérmica, podrían correlacionarse con el Complejo Huemul. Estas tobas porfíricas forman un espesor de unos 500 metros apoyadas en discordancia sobre capas carbónicas.

Digregorio y Uliana (1980) y González Díaz y Nullo (1980) han estudiado los estratos volcánicos que afloran en la Cordillera Catan Lil. Según el cuadro estratigráfico de Digregorio y Uliana las Vulcanitas Medanita, de edad triásica pérmica, están intruídas por granito de la Formación Huechulauquén (Pérmico). González Díaz y Nullo muestran un bosquejo geológico que representa un complejo volcánico (Grupo Huemul: Paleozoico Superior, González Bonorino 1979). En la Cordillera Neuquina afloran también rocas volcánicas que forman unidades más jóvenes tales como las Formaciones Aluminé y Auca Pan, triásica y terciaria respectivamente, con afloramientos más limitados.

Area Nahuel Huapi

Ljungner (1930-1932) distinguió las siguientes unidades: "Pórfiro Cuarzoso", "Serie Millaqueo", "Serie Granodiorítica", "Formación Llancamil", y "Serie Granito Tristeza", en orden cronológico decreciente. Deseo recalcar la importancia que reviste este trabajo de Ljungner. Yo he podido demostrar los siguientes puntos:

1) Los afloramientos de la Formación Millaqueo están cubiertos por estratos conglomerádicos de la serie Llancamil intercalados con capas de pórfiros andesíticos. En el Brazo del Viento, Puerto Blest, lago Frey, isla Centinela, Brazo Tristeza (frente al Puerto Pañuelo) se encuentran estratos conglomerádicos, tobas y brechas, con vetas cuarzosas.

2) El complejo plutónico llamado por Ljungner "Serie Granodiorítica", según mi estudio, sería paleozoico superior (Complejo Intrusivo Huechulauquén, González Bonorino 1979).

3) La serie de Granito Tristeza sería de edad retácica (véase Plutón Andino).

El Complejo Huemul aflora en los lagos Correntoso y Traful y el Seno Huemul. En la ladera del cerro Montes de Oca (véase también González Díaz 1978) se encuentran brechas conglomerádicas, alternando con lavas andesíticas, con epidoto, cuarzo y agujas de anfíbol.

Al este, en el Seno Huemul los afloramientos están formados por las mismas rocas pero más deformadas tectónicamente.

En la provincia de Neuquén, sobre la ruta nacional "f" cerca del Seno Huemul, se encuentran afloramientos formados por delgadas capas plegadas de hornfels granoblástico.

Area El Bolsón-Esquel

Petersen y González Bonorino (1947) González Bonorino (1974, 1979) estudiaron las rocas de la Formación Huemul en el Cerro Pirque y Cordón Occidental de El Maitén y en el río Epuén. En el faldeo de este cerro se encuentran sedimentitas (Formación Millaqueo) con moderada inclinación, cubiertas por gran espesor de conglomerados y brechas que forman el pié del cerro, con inclinación de unos 10° -15° (Figura 2).

En el valle del río Turbio se han observado tobas y capas con lavas de pórfiro y porfiríticas andesíticas, hornbléndicas.

En el área que ocupan los cordones Situación y Futaleufú y lago Rivadavia afloran las mismas rocas, que se extienden en el lado chileno. En el área del lago Fontana afloran brechas, tobas y conglomerados, y capas de andesitas (Ramos 1976; Formación Lago La Plata).

Area Santacrucense

Esta unidad volcánica, continúa hacia el área santacrucense. Se trata de un complejo de pórfiros cuarcíferos y tobas, situado cerca del límite

internacional, según Quensel y Feruglio (Lago Argentino, San Martín Viedma, Belgrano, y otros).

En los últimos años han sido estudiadas las rocas volcánicas por Leanza (1972), Riccardi (1971), Ramos (1979), Nullo et al. (1978) y Riccardi y Rolleri (1980). Estos afloramientos situados en el límite internacional muestran un basamento metamórfico e intrusivo, y estratos del Complejo El Quemado. Este complejo porfírico cuarcífero, cuyo espesor es de unos 1000 metros está formado por capas mesozoicas en gran parte marinas, de heterogénea composición y con marcadas discordancias internas. Esta unidad volcánica sería correlacionable con el Complejo Huemul.

Área Fueguina

El Complejo Huemul que aflora en el área santacrucense continúa en el área fueguina. Quensel, Nordenskjöld, Bonarelli, Kranck, Feruglio, Borrello, Harrington y Petersen han trabajado en la isla Grande. Últimamente publicaron Caminos, Dalziel, Bruhn y Palmer.

1) Desde el área limítrofe hasta la Isla de los Estados se extiende una cordillera restringida tanto en

sentido estratigráfico como geomorfológico. En ese cordón longitudinal afloran el basamento metamórfico hacia el oeste (Formación Lapataia), pero al este aparecen depósitos volcánicos y otros estratos algo más jóvenes, siempre en bloques estructurales.

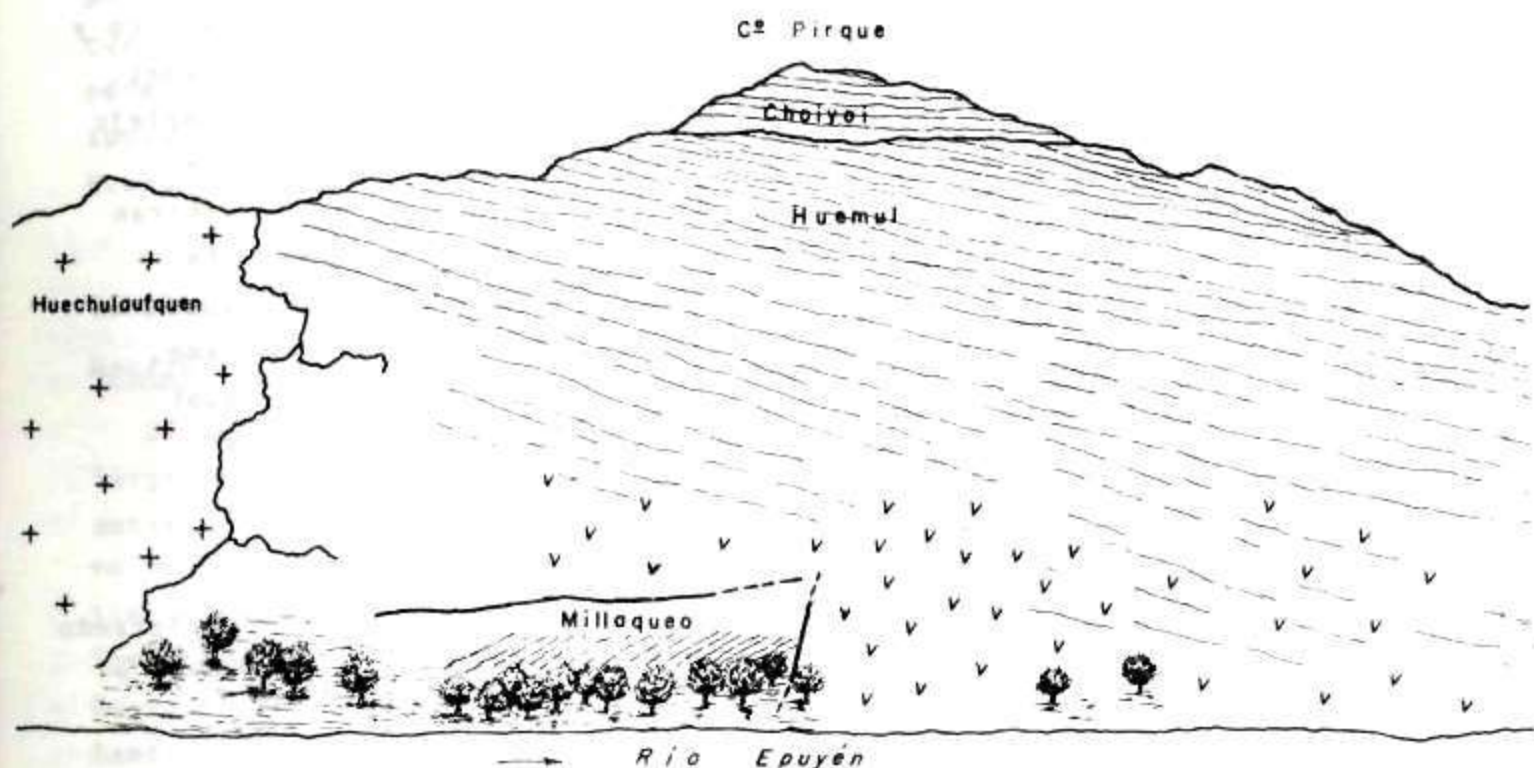
2) La Formación Lemaire (Caminos 1980) podría representar al "Pórfiro cuarcífero de la Cordillera", según señaló Feruglio. Esta unidad consiste en tobas, conglomerados y lavas porfíricas que se continúan en el área de la Isla de los Estados (Harrington 1943, Caminos 1980, Bruhn 1979, Dalziel y Palmer 1979). Esta formación sería equivalente a la "Serie Tobífera".

3) En el Cerro Sorondo (Bruhn 1979, Bruhn et al. 1978, Figura 3), ubicado a pocos kilómetros de Ushuaia y el lago Fagnano, se encuentra un basamento cubierto por estratos volcánicos riolíticos. Según estos autores, la "Serie Tobífera" sería de edad jurásica.

4) En el nivel superior afloran los sedimentos constituidos por la Formación Yaghan, jurásica y/o cretácica (véase Mesozoico).

Quizá se pueda especular diciendo que en la Patagonia podrían correlacionarse, desde el norte hasta el sur,

Figura 2



Formación Millaqueo, Carbonífero. Complejo Huemul, Pérmico. Complejo Huechulafquen, intrusivo granítico. Formación Choiyoi, estratos volcánico-triásicos.

las unidades Complejo Huemul = Formación El Quemado = Serie Tobífera (equivalente a Lemaire y Alvear).

Dicho "basamento" está enmarcado, por discordancias, entre rocas metamórficas viejas por un lado, y por otro lado estratos sedimentarios mesozoicos. En consecuencia, parecería indicar que esta unidad podría considerarse como pérmica, como sugirió Kranck (véase también Petersen y González Bonorino 1947, Figura 192; Lago Fagnano).

Uno de los interesantes estudios sobre este "basamento" es el trabajo publicado por Nullo et al. (1978). En el Complejo El Quemado ellos diferencian dos entidades aparentemente discordantes (véase Región Chilena).

El Complejo Huemul, que forma parte morfológica importante de la Cordillera andina, está aflorando también en la zona extra-andina. Principalmente Feruglio y Suero demostraron la presencia de estratos marinos de la "Serie de Nueva Lubecka" (Suero y Criado 1955) que está correlacionada por depósitos conglomerádicos de la "Serie Porfirítica" (Suero y Criado 1955 página 2). Suero sugirió que la edad de las capas porfíricas sería triásica, pero de acuerdo con nuestro criterio formarían las siguientes unidades:

1) La serie de Nueva Lubecka, que este autor había considerado en forma inicial del Pérmico, él posteriormente reconoció que su edad debe ser carbonífera.

2) En la planicie de la región extra-andina, siguiendo en la zona chubutense-santacruzense (por ejemplo en la ruta nacional 40 Perito Moreno) afloran rocas conglomerádicas brechosas tobáceas moradas, verdes y amarillentas, las cuales hacia la Cordillera andina corresponderían al Complejo Huemul.

Complejo Huemul. Región Chilena

Este complejo volcánico aflora en la costa patagónica chilena y puede correlacionarse en ambos lados de

la Cordillera. En la latitud 40° S fue estudiado por Fuenzalida (1947), en la cuenca de los ríos Puelo y Manso, donde afloran principalmente rocas graníticas y metamórficas, también se encuentra una formación de porfiritas estratificadas. Las rocas forman brechas de pórfiro, porfiritas cuarzosas y brechas y lavas anfibólicas, correlacionables con las del área del cerro Pirque, en Epuyén-El Bolsón.

Thiele et al. (1978) estudiaron el área Futaleufú-Palena, en la frontera internacional. Estos autores señalaron una Formación Huemul, que aparentemente sería equivalente a la que se encuentra en el lado argentino. Si bien según estos autores esta formación sería mesozoica, considero que es equivalente con la Formación Huemul de Argentina.

Hacia la región pacífica, las rocas fueron estudiadas por Stiefel (1970), Skarmeta y Charrier (1976) y Skarmeta (1976).

En el paralelo 45° S la Cordillera, formada principalmente por el basamento granitoide, está cubierta hacia el este por estratos poco inclinados. Entre estas unidades se puede distinguir, entre el basamento y los estratos mesozoicos, una unidad potente, formada por rocas volcánicas. La mayoría de los autores consideran que éstas pertenecen al Jurásico. Otra posibilidad es que este complejo sea pérmico y esté separado de las otras unidades.

Los afloramientos de este complejo en el área del río Coyhaique son equivalentes a los que se encuentran en el área del lago Fontana. En Coyhaique el espesor de las capas volcánicas no ha sido determinado, ya que en los perfiles publicados (C.F. Skarmeta 1976), falta la secuencia completa.

Área Seno Última Esperanza

El complejo porfirico está aflorando en la región de Última Esperanza y el Estrecho de Magallanes. Según Nordenskjöld, Hauthal, Quensel y Bonarelli (Feruglio 1949-1950) lo forman pórfiros felsíticos, brechas

volcánicas y aglomerados.

La Formación Tobífera que es equivalente a la Formación El Quemado en la región argentina, ha sido considerada por varios autores de edad jurásica. Sin embargo, podría suponerse que su edad sea más antigua (véase Complejo Huemul. Región Argentina). Katz (1963), que revisó estas rocas en el área de Última Esperanza, indicó que la Formación El Quemado formaría una base pre-cretácica. En otras palabras, esta unidad es intermedia entre el basamento metamórfico y las sedimenarias marinas.

En los archipiélagos del Pacífico, Forsythe y Allen (1980) mapearon esquistos metamórficos, intrusiones graníticas y estratos volcánicos plegados. Las rocas volcánicas de la Formación Tobífera, se apoyan sobre esquistos viejos. En el área de la península Staines, cerca de Puerto Natales, afloran estratos volcánicos, a los cuales se ha adjudicado una edad mesozoica media.

De acuerdo con este estudio regional, podría surgir tal vez la posibilidad de que su edad fuera más antigua.

Hervé et al. (1979) y Van Eysinga (1975) han reconocido los afloramientos en los senos del Canal de Beagle, que presentan a la Formación Tobífera cuya edad sería, según estos autores, pérmica superior. Esta asignación apoya la correlación con la Formación Huemul.

Complejo Huemul. Región extra-andina Macizo de Somuncurá

El Complejo Huemul aflorante a lo largo de la región cordillerana se extiende también en dirección al este, en la parte extra-andina, formando sierras bajas de las mesetas de Somuncurá, en la provincia de Río Negro, y del Deseado en provincia de Santa Cruz.

En la meseta de Somuncurá, el Complejo Huemul aflora en las áreas de Ingeniero Jacobacci, Maquinchao

y Valcheta. Varios autores han señalado la existencia de espesas secuencias de conglomerados y brechas con inclinaciones moderadas.

Entre otros, Wichmann (1934), Volkheimer (1965) y Stipanovic y Methol (1980), han mapeado estas rocas.

La revisión más completa es posiblemente la de Volkheimer, en el área de Gastre. Las rocas comprenden el Complejo Porfírico, compuesto por mantos, brechas, y también tobas andesíticas, riódacíticas y dacíticas, en partes con lavas y mantos ácidos; e intercalaciones de areniscas.

La edad fue considerada como probablemente jurásica, pero en los últimos tiempos se han obtenido algunas dataciones de unos 220 millones de años (véase Stipanovic y Methol 1980).

La empresa Shell (1962) mapeó la Serie Volcánica, o Serie Porfírica o Serie Tobífera. En la zona de Valcheta esta serie comprende capas riolíticas, pórfiros cuarcíticos y brechas volcánicas, intruidas por granitos y pórfiros graníticos. Existe una similitud petrográfica entre las rocas hipabisales y las intrusivas. Según este estudio se han reconocido estas rocas en la sierra de Pailemán y Sierra Grande, caracterizada por lavas ácidas, con diques andesíticos y dacíticos.

Las rocas mapeadas por estos autores podrían correlacionarse con los afloramientos del área Nahuel Huapi y río Villegas, paralelo 42°.

La meseta de Somuncurá está formada en su parte baja por rocas estratificadas de edad principalmente triásica (Formación Choiyoi). Estas rocas se encuentran, por ejemplo, sobre la ruta a Perito Moreno (Comallo), donde se ven tobas porfíricas eotriásicas (Stipanovic 1967; Serie Porfírica).

En la parte alta, en cambio, afloran estratos volcánicos y sedimentarios de edad terciaria.

Se ha demostrado que estas capas porfíricas que formarían el complejo porfírico Huemul, están intruidas por

granitos, que podrían considerarse como el Complejo Huechulauquen, que en conjunto correspondería al Pérmico Superior. Estas rocas se encuentran en las Sierras Lipetrén, Calcatapul, y otras, están formadas por granitos, granodioritas y granitos migmatíticos y migmatitas (Volkheimer 1963). Es posible también que afloren plutones más ácidos (menos anfibólicos) que podrían corresponder al Plutón Andino (Cretácico), pero sin datos comprobados.

Macizo Deseado

El Complejo Huemul forma un escudo volcánico estratificado intruído por rocas graníticas del Pérmico - probablemente Superior - y cubierto por basaltos terciarios, ocupando un área considerable entre el río Deseado y el río Chico en el paralelo 48°. En la sección inferior afloran rocas metamórficas inyectadas de edad paleozoica temprana, o tal vez precámbrica. En posición intermedia estarían las rocas metamorfoseadas que representan al Grupo Tepuel. Frenguelli (1933), Feruglio (1949-1950) y Suero y Criado (1955), y De Giusto et al. (1980) han estudiado las rocas de la meseta del Deseado. Afloran estratos volcánicos, entre los cuales se encuentran las Formaciones La Golondrina, La Juanita, Las Tres Hermanas y otras, que serían correlacionables con el Complejo Porfírico ubicado en la provincia de Río Negro (Volkheimer 1965). Este "nesocratón" consiste en realidad en un arqueamiento suave, formado por capas estratificadas principalmente volcánicas del Pérmico. El siguiente nivel estaría correlacionado con estratos de la Formación Choiyoi (El Tranquilo), del Triásico.

Los afloramientos de las rocas volcánicas pérmicas estarían intruídos por granitos de edad, en general, también pérmica (De Giusto et al. 1980 - véase La Modesta; Estancia La Leona).

Conviene recalcar que el llamado "basamento" que formarían las rocas

graníticas más viejas, según la mayoría de los autores, aflora no solamente en la Cordillera Andina sino también en la región extrandina a - de la Patagonia y sería de edad principalmente pérmica. El verdadero basamento contiene rocas metamórficas, incluyendo aquellas con caracteres migmatíticos, quizás con rejuvenecimiento y con pérdidas de potasio, rubidio y/o estroncio.

Pérmico Superior - Triásico Inferior

Complejo Intrusivo Huechulauquen (= Batolito Panguipulli). Región Argentina

Una parte principal de la Cordillera Patagónica e incluso de la región extra-andina, está representada por un complejo intrusivo de edad paleozoica alta. En esta región se encuentran también rocas plutónicas de edad más reciente, pero sus asomos son más restringidos (Plutón Andino).

La edad de estos cuerpos intrusivos ha sido considerada como mesozoica - generalmente cretácica - por la mayoría de los autores: Hauthal (1904) Quensel (1911), Bonarelli (1917), Ljungner (1930-1932), Fuenzalida (1935) Feruglio (1949-1950). La excepción es Kranck (1932), quien consideró que estas intrusiones deberían ser del Pérmico. Yo trataré de distinguir aquí las distintas unidades y sus correlaciones en la Patagonia. Como ha señalado Feruglio: "el problema fundamental es el de saber si esta zona plutónica, aparentemente continua, es una mole intrusiva única y coherente, que ha surgido durante una sola fase o si por el contrario, incluye acaso varios cuerpos batolíticos menores, de composición y edad diferentes".

Con esta frase Feruglio reconoció que a pesar de estos estudios no se han podido separar las distintas unidades intrusivas. Sin embargo, se podría tal vez revisar las relaciones entre los granitos viejos y los granitos jóvenes, y sus correlaciones a través de la Patagonia. Trataré de mostrar la distribución

de los afloramientos de rocas intrusivas del Pérmico y de revisar las relaciones entre los granitos viejos y los granitos jóvenes.

En la Cordillera Nordpatagónica los extensos plutones graníticos fueron incluidos en la Formación Huechulafquen por Turner (1973, 1976) y considerados de edad entre precámbricos y triásicos. Los granitos han sido erosionados y cubiertos por rocas triásicas. En el área del río Aluminé esta unidad se extiende por el lado chileno.

Los afloramientos son de granitos macizos de grano grueso a mediano. También se encuentran granitos hornbléndicos y rocas aún más básicas (diorita gábrica). Los tipos petrográficos más comunes son granitos, tonalitas y sobre todo granodioritas. Las rocas están penetradas por inyecciones de pegmatitas y aplitas (ver Caminos, en Turner 1973, 1976). Por el lago Traful se hallan granitos granoblásticos con cuarzo, ortosa, microclino y biotita. La costa suroeste del Seno Huemul está formada por diorita cuarzosa con hornblenda y biotita de grano mediano.

En la cuenca del lago Nahuel Huapi se han mapeado plutones de gran envergadura formados por granodioritas, dioritas cuarzosas, dioritas, granitos y filones de lamprófiro anfibólicos. La petrografía de estas rocas fue estudiada por González Bonorino (1946). La mayoría de estas rocas son granodioritas, tal como había dicho Ljungner (1930-1932), quién supuso que eran de edad mesozoica. Feruglio prefirió no definir una edad pero reconoció que estos cuerpos conforman el basamento cordillerano.

En la ruta que une Llao Llao con el puente sobre el lago Moreno, se encuentra un granito grueso con cuarzo, ortosa, andesina y biotita, de textura granular hipidiomórfica, cuya plagioclasa muestra una fuerte albitización y sericitización. Cerca del cerro Ventana (arroyo Ñireco), se

ven adamellitas de grano mediano, con plagioclasa, cuarzo y ortoclasa, alteradas. Otro tipo de adamellita se encuentra en el lago Espejo; tiene plagioclasa, cuarzo y ortosa, con algo de biotita y está fuertemente caolinizada. En Puerto Blest (en el brazo Blest) aflora un granito adamellítico con ortosa, plagioclasa, cuarzo y algo de biotita, con poca alteración.

Otro afloramiento de rocas de composición granítica se encuentra en el camino desde Las Bayas, sobre el río Pichileufu, donde existe un granito cataclástico con cuarzo, ortosa, oligoalbita y biotita. En la misma región, en la Estancia La Pilila, hay un granito de composición similar. Al oeste, sobre el río Villegas (Pampa de Los Mellizos) se ve un pórfiro granítico de grano grueso, con microperitita.

Al norte del lago Nahuel Huapi, por el arroyo Castillo, afloran granodioritas (monzonita) con abundante plagioclasa. Una roca similar aflora sobre el lago Gutiérrez (cerro Ventana), al sur del Nahuel Huapi.

Otra granodiorita se halla por el lago Mascardi, en su extremo septentrional, con plagioclasa en parte labradorita, cuarzo, ortosa, biotita y hornblenda. También aflora granodiorita en el río Villegas, de grano mediano, con andesina, cuarzo, hornblenda y ortoclasa; la plagioclasa tiene una fuerte alteración hidrotermal. Finalmente hallamos granodioritas en las nacientes del río Pichileufu y en la Pampa de Los Mellizos, en el borde de la Cordillera.

Rocas de composición tonalítica se encuentran en la Estancia Huemul, al norte del lago Nahuel Huapi, en el lago Moreno Oeste y en el cerro Ulne, en las nacientes del río Ñirihuau y en la Estancia Jones, sobre la costa del Seno Huemul. En esta última localidad la plagioclasa es muy abundante. Más al norte, en el lago Traful, hay tonalita con textura gnéissica.

Dioritas afloran sobre el lago Moreno Este, por la ruta al cerro López. Rocas hornbléndicas se observan en la península Huemul y en la ruta a Llao Llao (Figura 3).

Continuando hacia el sur, en los cordones Aspero, Serrucho y Piltriquitrón afloran granodioritas anfibólicas. Hacia el oeste, en el valle del río Azul, frente a El Bolsón, siguen las mismas rocas que se extienden hacia el lado chileno. La sierra de Curamahuida y su extensión en el cordón Divisorio, por los lagos Puelo y Epuyén, afloran granodioritas, dioritas y rocas gnésico-dioríticas, granoblásticas y algunos intrusivos gábricos como por ejemplo, en el lago Puelo (Petersen y González Bonorino 1947).

Desde el lago Puelo hacia el río Epuyén aflora el plutón granítico situado en el extremo del cerro Pirque, representado por granito biotítico (en ortosa, de grano mediano. Cerca del lago Los Patos se encuentra un zócalo granítico cubierto por la Formación Piltriquitrón (Petersen y González Bonorino 1947).

Hacia el sur, la Cordillera entre los paralelos 42° y 44° de latitud sur está representada por granitos

que afloran poco del lado argentino (véase Batolito Panguipulli).

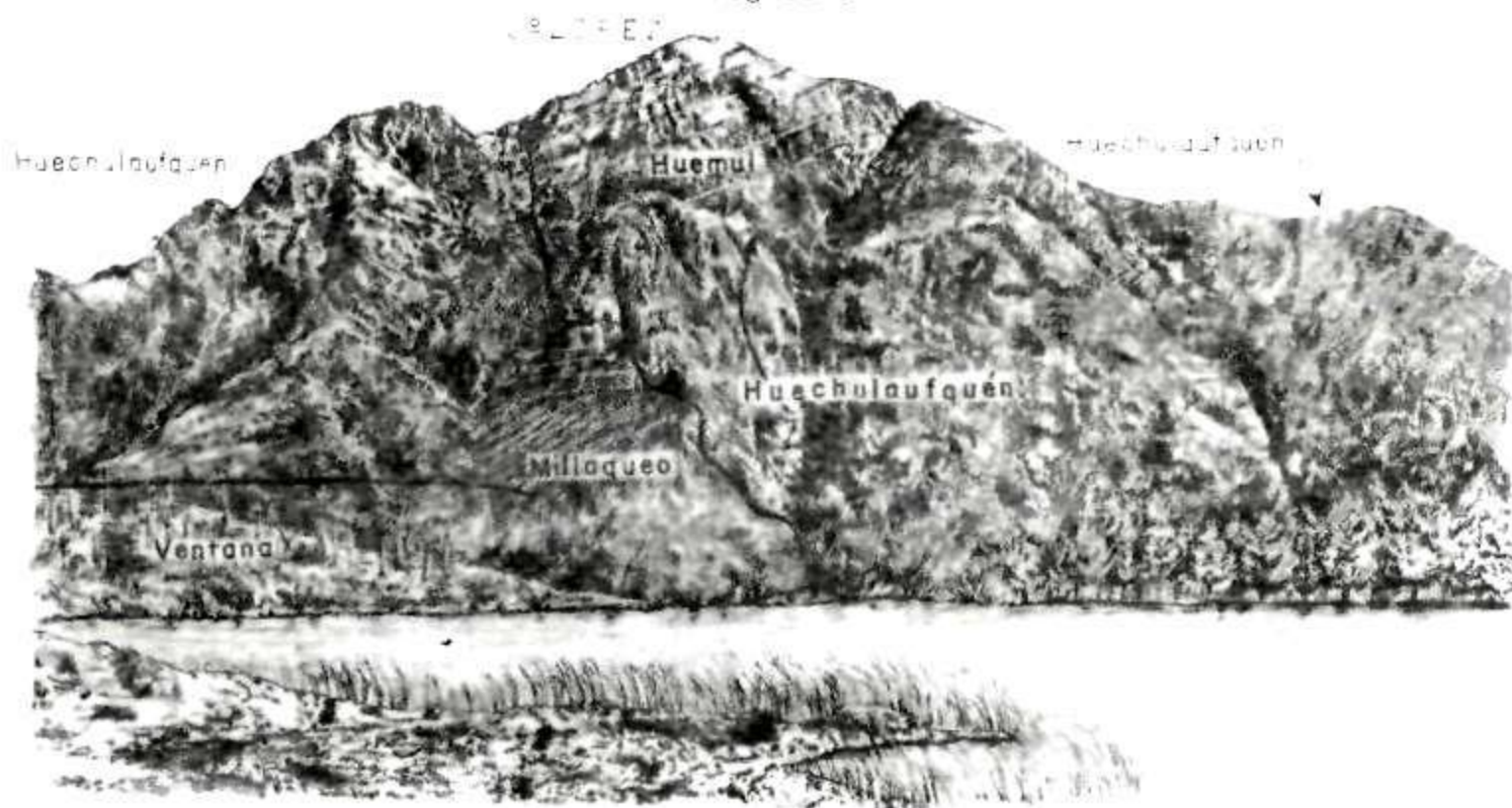
Batolito Panguipulli (= Complejo Intrusivo Huechulauquén). Región Chilena

La Cordillera del Pacífico muestra un basamento de intrusiones graníticas desde la región central hasta la zona austral (Aguirre y Levi 1964, Moreno y Parada 1976 y Hervé 1976). Estos autores han considerado que estos intrusivos, que forman el Batolito Panguipulli, deben ser del Pérmico Superior o por lo menos permo-triásicos, basándose en gran parte en la revisión hecha por Turner del lado argentino.

Según las dataciones publicadas, los granitos de la cordillera tendrían una edad de alrededor de 225 millones de años (Halpern et al. 1975). Según los estudios petrográficos en la región norpatagónica se trata principalmente de tonalitas, granodioritas y granitos (Hervé 1976).

Skarmeta (1976), que revisó las rocas graníticas que forman el basamento principal de la Cordillera en la región de Puerto Aysen, designó un Complejo Granítico Patagónico atribuyéndole una edad jurásico-cretácica. Pareciera ser, sin

Figura 3



Formación Millaqueo, Carbonífero. Complejo intrusivo Huechulauquén (Pérmico-Triásico). Formación Huemul (Pérmico). Formación Ventana (Terciario Inferior).

embargo, que dicho complejo comprendería el Batolito Panguipulli, el cual sería algo más antiguo.

Feruglio (1949-1950) reconoció las dificultades de demostrar la edad de las rocas. Según lo señalado, este autor escribe "habría que saber si esta zona plutónica, aparentemente continua, consiste en una mole intrusiva única y coherente, que ha surgido en una sola fase; o si por el contrario, habrían varios cuerpos batolíticos menores de composición y edades diferentes". Los datos que disponemos tienden a corroborar la segunda alternativa. Este criterio es naturalmente correcto, pero tal vez podría añadir cuáles son las distintas unidades representadas. En efecto, se puede reconocer que existe un basamento granítico principalmente paleozoico superior constituido por el batolito patagónico.

Por otro lado, se han reconocido plutones mucho más restringidos de edad cretácica (véase Plutón Andino - Regiones argentina y chilena). En la Cordillera Darwin fueron revisadas en forma esporádica estas rocas intrusivas granitoides (Hervé et al. 1979). Se trata de granitoides gnéisicos, en parte foliados. Los estudios publicados sobre la edad radiométrica indicarían que existen pérdidas isotópicas por calentamiento, dando un rejuvenecimiento (Halpern 1973; véase Complejo Intrusivo Huechulauquen, Plutón Andino).

Región extra-andina norte de la Patagonia

La región extra-andina de la cuenca norpatagónica contiene numerosas unidades litoestratigráficas en las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y sus márgenes. Dichas unidades comprenden en orden geocronológico:

1) El Basamento Cristalino. Ha sido estudiado por numerosos autores (Groeber 1942, Polanski 1966, Dessanti y Caminos 1967, Criado Roque 1972, Linares, Llambías y Latorre 1980, y

otros) y está constituido por esquistos gnéisicos micáceos y anfibólicos. Abarca entre otros parajes, la región del río Colorado (sierra de Lonco Vaca, sierra de Lihuel Calel) con una edad del orden de 650 millones de años.

2) Rocas formadas por estratos pelíticos, psamíticos y wáckicos en gran parte conglomerádicos, de edad paleozoica intermedia o superior (Carbónico) correlacionadas por el Grupo Tepuel (Formación Carapacha; Vilela y Riggi 1956).

3) La siguiente unidad está representada por el Grupo Huemul (Pérmico), que forma parte de los macizos correlacionables con los "basamentos" del Deseado y Somuncurá. Este potente depósito volcánico ácido está aflorando en la región de la provincia de La Pampa y muestra niveles mucho más modestos en sentido morfológico. En las provincias de Mendoza, Neuquén y Río Negro, en el área del río Colorado, afloran capas conglomerádicas estratificadas volcánicas e ignimbritas, andesitas y riolitas (Sierra Pintada).

4) Siempre en la región de la Pampa y los límites septentrionales de la Patagonia yacen las rocas volcánicas de la Formación Choiyoi, que aflora entre otros parajes, en las sierras de Lihue Calel, Puelches, y otras (Llambías 1975).

5) En la unidad superior se encuentran las rocas terciarias de la Patagonia extra-andina, correlacionables con la Formación Ventana, ya sobre la Cordillera Andina (González Bonorino 1979).

Rocas eruptivas extra-andinas

La característica del complejo granítico situado en la región extra-andina de la Patagonia es poseer unidades de edad precámbrica y paleozoica. Las rocas comprenden afloramientos de diorita y granitos gnéisicos (sierra de Lonco Vaca). Estas rocas intrusivas serían probablemente correlacionables con el Complejo Intrusivo Huchulauquen,

que forma parte de la Cordillera Patagónica y pertenece principalmente al Pérmico Superior. Las rocas leucograníticas (Linares et al. 1980) afloran en las áreas de serranías bajas (cerro Chato y otros). Estas rocas podrían correlacionarse con los granitos situados en las Sierras Pampeanas de las provincias de San Luis y Córdoba.

Mesozoico

Grupo Piltriquitrón. Región Argentina

Las unidades litoestratigráficas de edad mesozoica están constituidas por depósitos de cuencas marinas y continentales que se extienden desde la región norpatagónica hasta el borde austral andino, entre los paralelos 39° y 54° de latitud sur. Estas unidades comprenden las formaciones y grupos siguientes: Choiyoi, Piltriquitrón, Springhill, Yaghan, a lo largo de la cordillera. Trabajos publicados anteriormente son los de Quensel (1911-1913), Fossa Mancini et al. (1938), Feruglio (1938, 1949-1950), Groeber (1929, 1942, 1946, 1953), Heim (1940), González Bonorino (1944, 1979), Petersen y González Bonorino (1949) y Leanza (1972, 1973). En los últimos tiempos han sido publicados otros por Cazau (1972), Turner (1973-1976), Ramos (1976, 1978) y Nullo et al. (1978).

En la región fueguina fueron estudiados por Nordenskjöld (1905), Bonarelli (1917), Kranck (1932), Harrington (1943), Petersen (1949), Feruglio (1949-1950), Borrello (1969), entre otros, y últimamente por Bruhn et al. (1978), Bruhn (1979), Dalziel y Palmer (1979) y Caminos (1980).

Este conjunto estratificado se apoya en el Complejo Huemul y está cubierto por depósitos terciarios, con contactos generalmente discordantes. Las unidades que comprenden los niveles triásicos, jurásicos y cretácicos han sido en general reconocidas, pero sus correlaciones no han sido claramente

demostradas.

Area Neuquina

Las rocas volcánicas de la Formación Choiyoi, están discordantemente cubiertas por estratos sedimentarios marinos de edad probablemente jurásica. Estos afloramientos se pueden observar, por ejemplo, a lo largo de la ruta que pasa por el pueblo Sañicó, donde hay areniscas duras alternando con lutitas, con algunos fósiles (*Vola* sp y otros). Estas rocas han sido señaladas por Galli (1954). En el valle se encuentran afloramientos de sedimentitas de edad jurásica con diques y filones de lamprófiros, que pueden correlacionarse con las del cerro Piltriquitrón (González Bonorino 1944).

Es evidente que esta secuencia comprende dos elementos formacionales representados por las formaciones Choiyoi (Triásico) y Cuyano (Jurásico) (Groeber 1929, 1942, 1946, 1953). Algunos autores que han estudiado la zona mendocina (Parker 1973) les dieron la categoría de "Grupo".

En la región a lo largo del río Limay afloran rocas de la Formación Choiyoi. En el valle ubicado en paso Flores y en Alicurá (Fossa Mancini 1937) se encuentran estratos continentales con conglomerados gruesos alternando con tobas y brechas, con fragmentos principalmente andesíticos y de pórfiros cuarcíferos, de colores morados y verdosos. En estos estratos, con inclinaciones de unos 10° a 20°, se han encontrado restos de fósiles plantíferos, estudiados por Frenguelli (1937).

Dicha cadena está formada principalmente por rocas jurásicas marinas, pero también se encuentran aflorando rocas de la Formación Choiyoi. En los cerros Villegas y Chato se encuentra una sucesión con las unidades siguientes: 1°) basamento gnéisico, 2°) estratos triásicos, 3°) estratos sedimentarios con capas de diabasa, de edad jurásica (González

Bonorino 1944), (Figura 4).

Esta unidad representaría la llamada "Plutonitas asociadas" de González Bonorino (1944); es decir, en la parte inferior están los estratos volcánicos que corresponden probablemente a la Formación Choiyoi, y en la base, las rocas "viejas" que había señalado anteriormente como del Precámbrico probablemente serían del Paleozoico Inferior.

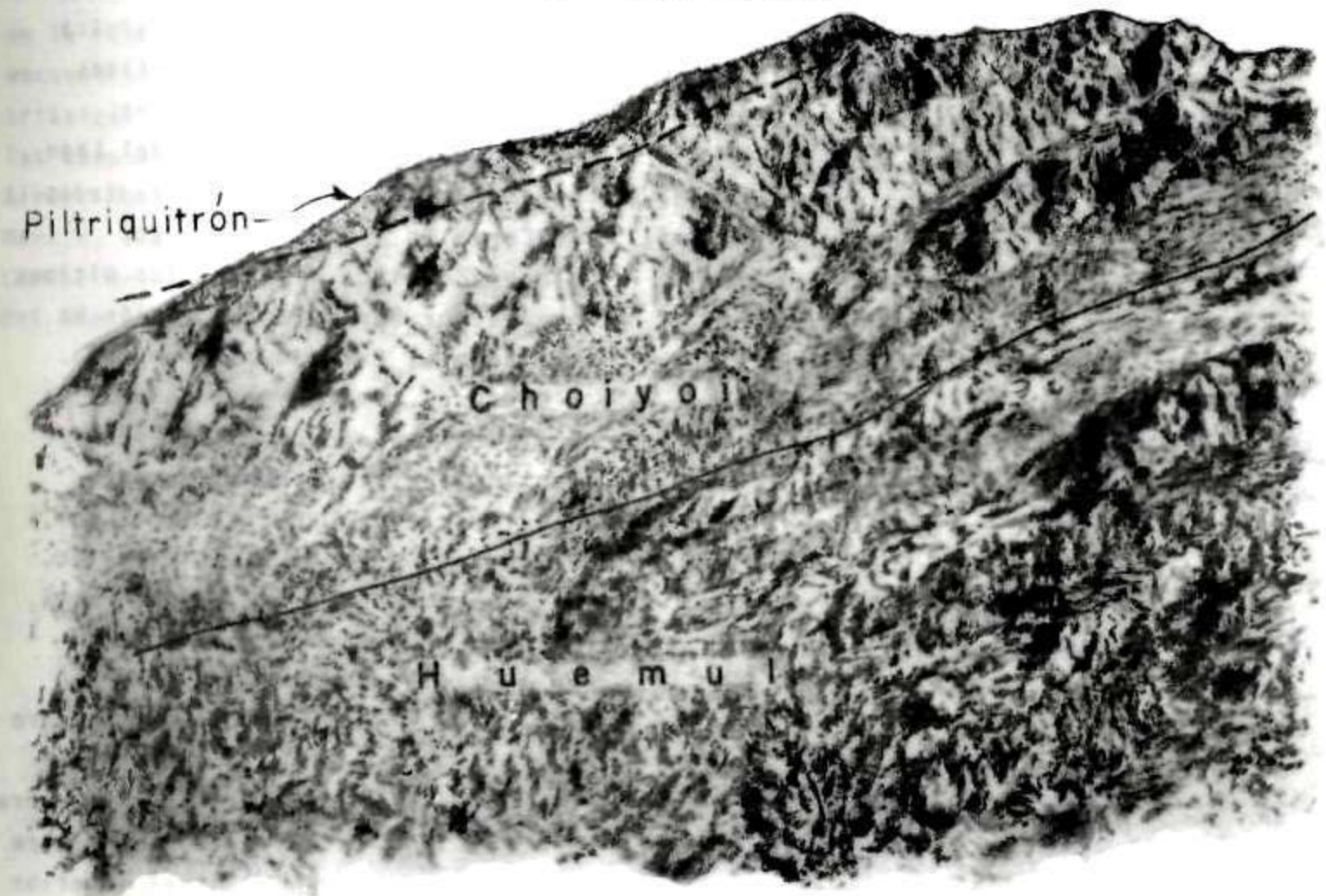
Cruzando desde el cerro Chato hacia la margen del río Villegas, se encuentran rocas de la Formación Choiyoi. En el mapa de González Bonorino (1944), estas rocas se incluyeron como parte de la "Serie Andesítica", pero en realidad, de acuerdo con los últimos estudios (González Bonorino 1981), se puede demostrar que este cerro consiste principalmente de estratos volcánicos triásicos.

Area rionegrina-chubutense

En el cordón del Piltriquitrón ha sido estudiada la Formación Piltriquitrón de edad jurásica (González Bonorino 1944, Petersen y González Bonorino 1947). La presencia de estratos triásicos no ha sido reconocida, pues seguramente estas capas están por debajo del nivel inferior expuesto. En cambio, en la cuenca de El Bolsón, los niveles superiores contienen areniscas micáceas tobáceas, lutitas, conglomerados, etcétera, con restos fósiles (equinodermos). Estos estratos están intercalados con estrato-capas de diabasa y filones de lamprófiros (González Bonorino 1944). La Formación tiene un espesor del orden de 300 metros con una posición semi-horizontal, pero debido a su repetido fallamiento no se puede demostrar su verdadero

Figura 4

Cº VILLEGAS



Complejo Huemul, estratos volcánicos pérmicos. Formación Choiyoi, Triásico. Formación Piltriquitrón, estratos jurásicos.

espesor (González Bonorino 1944, perfil I).

El cordón del Piltriquitrón se extiende sobre el área chubutense, en el hoyo de Epuén. Los depósitos forman capas de diabasa de gran espesor y en el nivel superior yacen los mismos estratos sin las lavas diabásicas. Un lugar donde se encuentran estos afloramientos es el Club Andino, caracterizado por sedimentitas arenosas con fósiles marinos, revisado por varios autores. Lizuain Fuentes (1980) encontró fósiles de edad jurásica y la sucesión es correlacionable con las rocas que se encuentran en el río Villegas. En la zona del refugio, fuera del espeso acarreo de rodados formado principalmente por bloques de pórfiros y granitos, las rocas están falladas casi verticalmente, de acuerdo con mis trabajos anteriores (González Bonorino 1944, 1981, Petersen y González Bonorino 1947).

Los afloramientos del Grupo Piltriquitrón se encuentran también en el área de Epuén, pero parece ser que esta unidad es mas bien equivalente a la Formación Choiyoi. En efecto, las rocas que se encuentran en Epuén están formadas por depósitos deltaicos o continentales (Cucchi y Baldoni 1980), con fósiles plantíferos, con inclinaciones muy moderadas. Estos estratos contienen, además de las sedimentitas tobáceas, lavas andesíticas alteradas con espesores delgados (un metro) y se extienden en el área de Cholila. Según mi correlación alcanzan hasta el cordón Leleque - en relación de falla con plutones graníticos - y el cerro Nahuel Pan. En aquel cordón y sobre el faldeo, afloran las mismas formaciones señaladas por Cazaubón (1947), con registros plantíferos de edad triásica. Sobre las edades cronológicas y respecto a estos fósiles, es evidente que no podría datarlo por falta de elementos de juicio, pero su correlación podría significar que estos cordones sin afloramientos podrían marcar los límites de la Formación Piltriquitrón. Según mis estudios de campo y petrográficos he podido observar las mismas

identidades entre los depósitos del cordón Epuén-Cholila y el cordón Leleque. Hacia el sur, entre Leleque y el cerro Nahuel Pan, la sierra se encuentra formada por estratos volcánicos triásicos.

En la región situada en la sierra de Tepuel, en Chubut, se encuentran las rocas de la Formación Piltriquitrón formadas por espesos depósitos de diabasas alternadas con sedimentos marinos. Suero (1948) hizo un estudio bastante completo, esencialmente sobre la formación paleozoica superior, pero también analizó las rocas jurásicas. Desde la sierra de Tepuel hacia el este se encuentran los afloramientos de estratos cuarcíticos con areniscas micáceas y conglomerádicas, con fósiles marinos (*Vola*, *Cardinia*, etcétera), con inclinación en suave discordancia alternando con capas de diabasas, en gran parte con espesores potentes. Esta formación es correlacionable con el cordón Piltriquitrón.

Al sur del paralelo 45° se observa que desde la Cordillera Patagónica afloran estratos con sedimentitas que se extienden hacia el área extrandina. Sobre el área del Lago Fontana las rocas fueron estudiadas por Feruglio (1949-1950) y sus colaboradores de YPF y en los últimos tiempos por Ramos (1976), quién ha realizado el trabajo más completo.

Desde el límite internacional la cordillera se encuentra formada por granitos pérmicos intruidos en rocas volcánicas representadas por el Complejo Huemul. Este complejo, que aflora en un área extensa, está cortando en discordancia, rocas sedimentarias mesozoicas, que se encuentran principalmente en el cerro Katterfeld. Como se sabe, en el área conocida como Mina Ferrocarrilera se notan los límites tectónicos entre estas unidades. En el nivel superior del cerro afloran areniscas y lutitas con bancos espesos de calizas de arrecifes (Ramos 1976) y restos fósiles marinos, en parte con ammonites.

En el nivel inferior se han encontrado lutitas negras, que afloran sobre la ruta que pasa cerca de la Estancia Muzzio (véase Ramos, "estratos titonianos"). En el nivel inferior los sedimentos están apoyadas - tal vez en parte por el fallamiento tectónico - en estratos de diabasas.

Según mi estudio de campo en esa zona, he podido demostrar que las rocas de la Formación Muzzio son correlacionables con las capas de diabasa que se encuentran en la "Serie de Piltriquitrón" en El Bolsón (González Bonorino 1944). Según se puede reconocer, existen las mismas unidades representadas, por ejemplo, con la Formación Katterfeld señalada por Ramos (1976) en relación a las rocas que se encuentran en la cercanía del refugio C.A.B. situado en El Bolsón (véase Lizuain Fuentes 1980, y también Mesozoico, Región Chilena), (Fig.5).

Area santacrucense

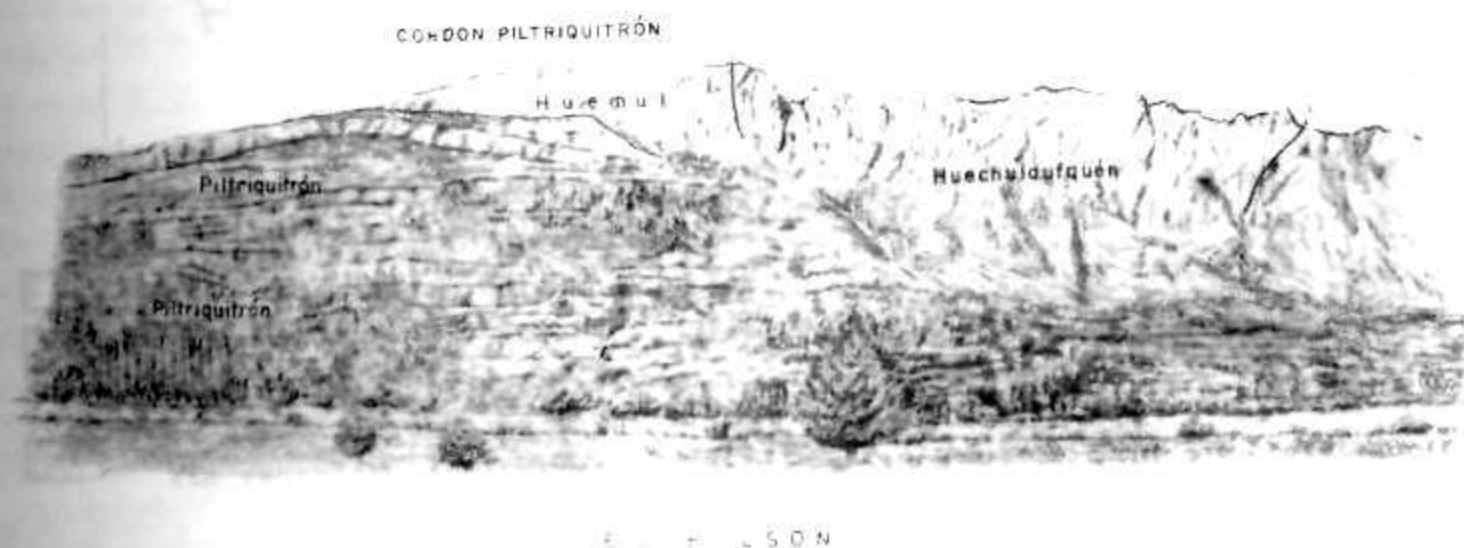
Sobre la Cordillera Patagónica en la región santacrucense, se encuentran afloramientos de rocas triásicas y jurásicas situados en las cuencas de los lagos Buenos Aires, Pueyrredón, Belgrano, San Martín, Viedma y Argentino. En la Cordillera Principal, que forma parte del Hielo Continental, se encuentran

en la vertiente oriental, esquistos metamórficos, estratos del complejo El Quemado (Huemul) y depósitos estratificados triásicos y jurásicos. Al este, en la zona extra-andina, siguen sedimentitas cretácicas.

Los autores anteriores han sido principalmente Quensel, Bonarelli y Feruglio; en los últimos tiempos han sido publicados trabajos por Ramos y por Nullo y sus colaboradores. Hace un tiempo yo revisé los depósitos mesozoicos en el área de los lagos Pueyrredón y Ghio.

En general, siguiendo este perfil estructural que ha consistido en sedimentitas continentales y marinas con inclinaciones en dirección al este, pero con plegamientos moderados, vemos hacia la cordillera su base apoyada en el complejo porfírico El Quemado y sedimentitas titonianas-infracretácicas (Feruglio 1949-1950). Este conjunto está constituido por arcillitas, ftanitas, areniscas, conglomerados y tobas. Ramos (1979) y Nullo et al. (1978), han marcado las siguientes unidades litoestratigráficas de abajo hacia arriba: Springhill (conglomerados cuarzosos, areniscas, arcillas tobáceas); Río Mayer (areniscas, limolitas y lutitas calcáreas con faunas con ammonites y otros fósiles); Río Belgrano (areniscas, lutitas negras con fósiles muy estudiados por

Figura 5



Complejo Huemul, estratos volcánicos, Pérmico. Grupo Granítico Huechulauquen. Piltriquitrón. Estratos jurásicos marinos. Espolón norte del Cordón Piltriquitrón.

Leanza (1973) y Ricardi (1977), de edad cretácica inferior); Arenisca de la Meseta (areniscas); Piedra Clavada (areniscas); Mata Amarilla (areniscas arcillosas); Río Guanaco (areniscas y lutitas con fósiles de ammonites); Puesto Alamo (areniscas); Anita (arcillas marinas); y Cerro Cazador (areniscas, arcillas, conglomerados, con fósiles marinos del Cretácico).

Un punto que podría señalar es la secuencia que comprende la base representada por estratos volcánicos triásicos y los niveles inferiores del Jurásico, que ha sido correlacionada desde el área chubutense hasta el chubutense-santacrucense. En efecto, se ha demostrado que la Formación Choiyoi (Triásico) está superpuesta a la Formación Piltriquitrón en el área del lago Fontana. Como se ha dicho, su conjunto consistiría en estratos volcánicos continentales descansando sobre depósitos sedimentarios marinos con capas de diabasas y encima, areniscas y lutitas marinas.

Al revisar mi trabajo de campo inédito he podido demostrar que existen estratos volcánicos, capas de diabasa y estratos sedimentarios equivalentes a los que se encuentran en las áreas del lago Fontana. Se trata de aquellos que afloran en el área de los lagos Pueyrredón y Ghio, formados principalmente por rocas volcánicas y conglomerados gruesos, con rodados morados y violáceos, con tobas y capas de ignimbritas. Estas rocas se encuentran en la cuenca situada en las estancias El Correntoso, La Porfía, La Misteriosa y Escondida, cuyos niveles, si bien son en general horizontales, hacia el sur comienzan a descender sobre el área del lago Pueyrredón, con una inclinación de unos 40° hacia el sur. Estos estratos volcánicos están en contacto tectónico, por fallas con esquistos metamórficos. En la cuenca formada, estas capas conglomerádicas triásicas

se hunden hacia el lago Ghio, aflorando estratos areniscosos con fósiles (Hatcher 1900, Feruglio 1949-1950), de edad jurásica. En este nivel intermedio existen capas de diabasa que afloran en la parte media de la meseta del lago Buenos Aires, sobre la falda sur.

En la zona extra-andina se encuentran depósitos volcánicos que están representados por el Chubutense (Feruglio 1949-1950).

Según se ha demostrado, la correlación de estas unidades mesozoicas situadas en la Cordillera Andina consiste en estratos volcánicos pérmicos y/o triásicos, estratos de sedimentitas sin diabasa, del Jurásico inferior. Estos niveles se encuentran desde el área chubutense hasta el límite fueguino, en ambos lados de la cordillera (Isla Navarino).

Sin embargo, la presencia de capas de diabasa alternando con estratos de sedimentitas no ha sido reconocida en la región situada tanto en el Estrecho de Magallanes como en el área santacrucense (Katz, Ramos, Nullo). ¿Existen realmente cambios de facies relacionados con las capas básicas, o en cambio no han sido todavía encontradas?

Conviene recordar que en las rocas que afloran en la cuenca sobre el área pacífica, las capas básicas se caracterizan por depósitos de pillow lavas situados en el talud continental pacífico chileno (véase región chilena).

Área fueguino-magallánica

En la Cordillera Andina sobre el arco fueguino que bordea el continente estable asoman las rocas mesozoicas de la Formación Yaghan, que fueran estudiadas por Kranck en 1932. En la cordillera afloran, por fallamiento tectónico, además de estas sedimentitas, unidades más antiguas que comprenden el basamento metamórfico y el Complejo Tobífero (véase Complejo Huemul). Las rocas de la Formación Yaghan

están aflorando entre el límite del canal de Beagle y el lago Fagnano. Es sabido que de acuerdo con los principales autores en los últimos tiempos - las sierras de Sorondo y Alvear estarían constituidas por una especie de "basamento", en cambio, sobre todo en las márgenes de las tierras bajas se encuentran las sedimentitas de la Formación Yaghan que pueden correlacionarse fácilmente con esta formación en la isla Navarino (Katz 1966).

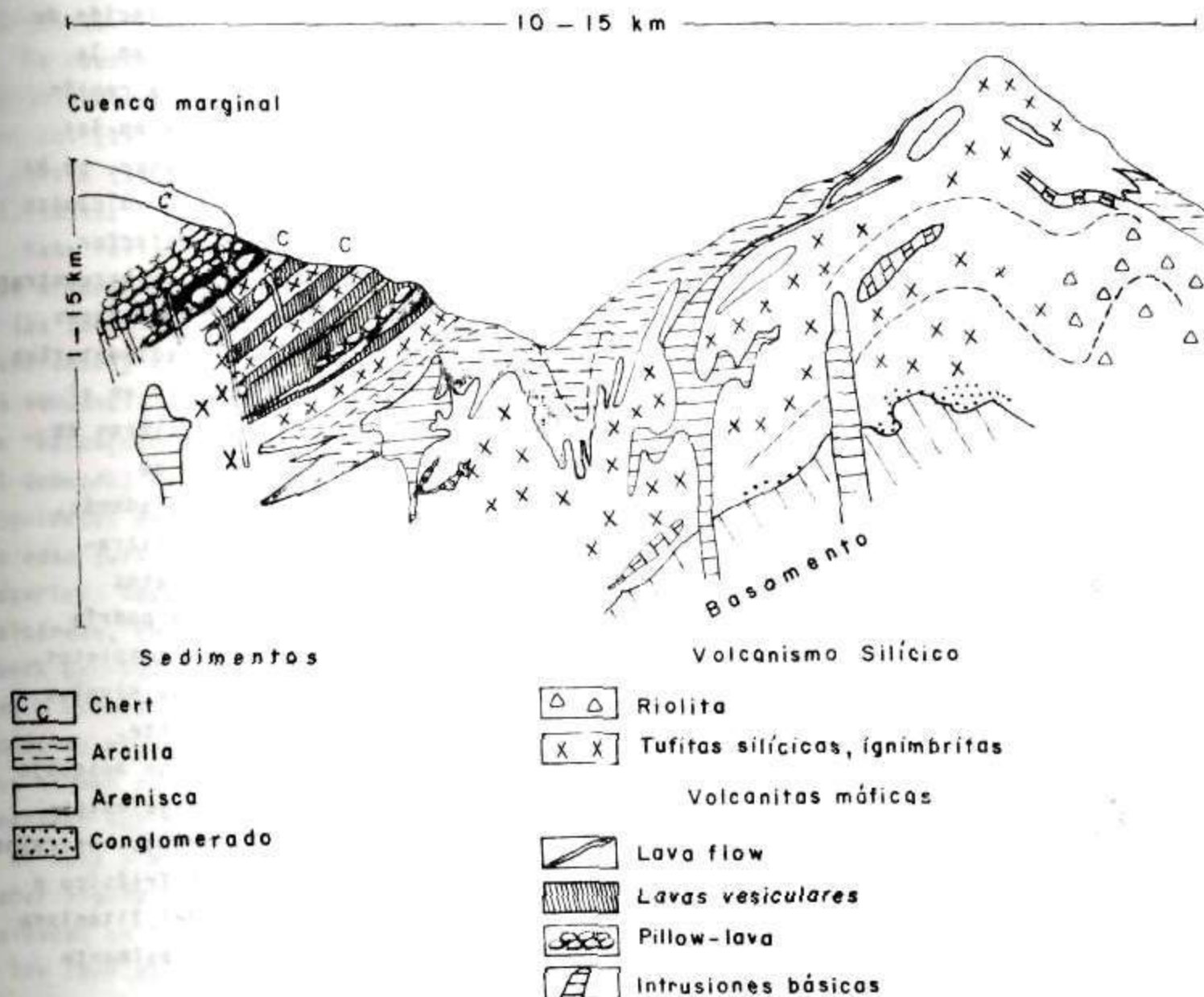
Caminos (1980) llamó Formación Alvear a las vulcanitas ácidas que afloran en la cordillera, formada por pórfiro cuarcífero asociado con lutitas pizarrosas y capas básicas. Según este autor le corresponde una edad jurásica. De acuerdo con su secuencia, la siguiente unidad es la Formación Yaghan, formada por pizarras

bandeadas con areniscas cuarzosas y metagrauwackas, y con capas de diabasa epidotizada. Según el autor, su edad sería cretácica inferior.

La siguiente secuencia consiste, según Caminos, en una correlación que comprende a las formaciones Lemaire y Beavoir, situadas en el extremo de la cordillera. En ellas se encuentran areniscas y lutitas con fósiles marinos, según un rumbo este-oeste.

Bruhn (1979, véase también Bruhn et al. 1978) y Dalziel y Palmer (1979) también estudiaron las rocas de esta cordillera fueguina. Bruhn ha marcado claramente las distintas unidades que comprende. Fuera del basamento esquistoso, se encuentran: 1) estratos volcánicos silícicos (que corresponderían a la Formación El Quemado); 2) capas de diabasa,

Figura 6



Perfil esquematizado mostrando las relaciones existentes entre las unidades geológicas más destacadas de la cordillera fueguina.

gabro, y pillow lava (ofiolitas) y 3) grauvacas y lutitas. Estas unidades son equivalentes a la Formación Yaghan que afloran en la isla Navarino (Katz 1966). En cuanto a los afloramientos de rocas en el área de Ushuaia estarían representados por la Formación Lemaire, que se extiende en la isla de los Estados. Estas rocas consisten principalmente en estratos volcánicos (Camino 1980, Bruhn et al. 1978), que serían equivalentes a la Formación El Quemado (= Serie Tobífera), (Figura 6).

Se ha dicho que, según estos autores, en las unidades mesozoicas abundan capas básicas (diabasas, ofiolitas) en ambos lados del canal. Sin embargo, parecería ser que en ambos lados de la cordillera austral (cuenca atlántica y cuenca pacífica) escasearían las rocas básicas. Por ejemplo, Katz (1963) no había identificado estas rocas básicas en las formaciones Zapata o Punta Barrosa (Jurásico). Tampoco se han reconocido las capas diabásicas en las formaciones Springhill o Mayer.

Es posible que en esta cuenca existan cambios de facies. También podría ocurrir que faltan estudios de campo, puesto que en un área muy cercana del talud continental pacífico, afloran ofiolitas (Forsythe y Mpodozis 1979).

Formación Tralcán. Región Chilena

En la región andina situada sobre el margen pacífico afloran rocas estratificadas e intrusiones principalmente ácidas, cuya edad correspondería en general al Mesozoico.

En la Cordillera Patagónica se encuentran las unidades siguientes, ordenadas de norte a sur y con sus equivalentes de la zona argentina: Formación Tralcán (Choiyoi), Formación Alto Palena (Katterfeld). En el área norpatagónica hay asomos de conglomerados, areniscas y lutitas con niveles plantíferos.

En el área de Valdivia, Illies (1960), Aguirre y Levi (1964), Fuenzalida (1968) y Thiele et al. (1978), estudiaron las rocas continentales y marinas en la región Alto Palena- Futaleufú.

La llamada Formación Huemul, cuyos autores habían considerado como del Mesozoico, sería probablemente equivalente a la Formación Huemul de González Bonorino (1974, 1979) de edad pérmica (véase Complejo Huemul, Regiones Argentina y Chilena).

La siguiente unidad es la Formación Tamango (Jurásico), con lutitas, areniscas y calizas, y con tobas. Continúa la Formación Alto Palena, Cretácico inferior, con lutitas intercaladas con areniscas, conglomerados y brechas con fósiles y, en la parte superior, la Formación Cordón de las Tobas, cretácica, con vulcanitas estratificadas alternando con areniscas, lutitas, sin fósiles. (Figura 7).

De acuerdo con mi correlación de las formaciones mesozoicas en la Cordillera Patagónica de la región argentina, particularmente en las áreas rionegrina y chubutense, se ha demostrado que un complejo volcánico triásico forma el nivel inferior, mientras que en el medio se encuentran los miembros con capas de diabasas alternando con estratos sedimentarios marinos; culminando siempre en el Jurásico los niveles superiores de lutitas y tobas con capas de andesitas. Es sabido que, además, en las cuencas marginales extra-andinas se encuentran estratos cretácicos. Pues bien, se podría tal vez, con estudios más completos, correlacionar los distintos niveles de ambos lados de este límite.

Stiefel (1970) publicó un bosquejo geológico señalando las siguientes unidades además del basamento: estratos volcánicos (probablemente Triásico o Jurásico), y sedimentos del Titoniano hasta el Cretácico, principalmente marinos.

Skarmeta (1976) estudió las

sedimentitas situadas en el área del río Coyhaique, sus peñales, que muestran espesores de unos 2000 metros, comprenden tobas, brechas y coladas andesíticas y riolíticas (Jurásico superior), lutitas fosilíferas con areniscas continentales y marinas y andesitas (Jurásico medio), y tobas ácidas con areniscas tobáceas e intercalaciones de andesitas.

Considerando los trabajos de Stiefel y Skarmeta, y mi análisis regional, se podría pensar que existen las siguientes unidades, en dirección oeste-este: fuera del basamento metamórfico y del complejo volcánico Huemul (Pérmico), siguen primero los estratos volcánicos triásicos - menos desarrollados en comparación con el complejo pérmico - conglomerados y tobas con alternancia de capas andesíticas; segundo, capas de diabasa y sedimentitas marinas (Jurásico); y tercero, areniscas y lutitas, sin capas de diabasa, en las partes superiores de la serie jurásica.

La cuenca magallánica ha sido estudiada por Feruglio (1949-1950), Cecioni (1957), Katz (1963), Charrier y Lahsen (1968, 1969) y Natland et al. (1974).

Katz revisó las rocas sedimentarias que afloran entre el Hielo Continental y las serranías, entre el Seno Ultima Esperanza y el área de Puerto Natales. La secuencia de estos estratos muestra un "basamento volcánico" (Formación El Quemado) cubierto por las siguientes unidades formacionales de edad jurásica superior a cretácica superior: Zapata (lutitas, pizarras calcáreas, con fósiles como *Inoceramus*); Punta Barrosa (con areniscas limolíticas y grauvacas); Cerro Toro (un monótono espesor de lutitas y psamitas que asoman en la isla Navarino). Al analizar los estudios de Katz (1963) y de Katz y Watters (1966), parecería haber alguna diferencia entre las unidades en la cuenca magallánica y los canales fueguinos, en la isla Navarino. Este último afloramiento

consiste en una sección de unos 3000 metros de espesor formada por grauvacas, lutitas, lutitas carbonáceas y espesas capas de chert, con improntas de *Inoceramus*. Los estratos marinos muestran intercalaciones de capas de dolerita, con secuencias de hasta 300 metros.

Según el estudio de Katz, en el área del Seno Ultima Esperanza faltarían estas capas de diabasa. Por otro lado, Natland et al. (1974) presentaron un bosquejo geológico mostrando sedimentitas con intercalaciones de diabasas ("greenstones"). En realidad habría correlación entre las formaciones en Navarino y en el área del Seno Ultima Esperanza, correlación extensible hasta el área de Piltriquitrón.

Entre las rocas de la Formación Yaghan y los estratos del Cretácico Inferior señalados en el área Ultima Esperanza - según el estudio de Katz - existen quizás ciertas diferencias puesto que en esta área no se encontrarían las doleritas tan características.

Forsythe y Mpodozis (1979) han revisado las rocas en el Archipiélago Madre de Dios, sobre el Pacífico en el paralelo 50°. Además de los afloramientos de rocas metamórficas y sus intrusivas, se encuentran también capas de calizas, basaltos (pillow lavas) y cherts, denominado Complejo Denaro, según estos autores (véase sin embargo, la Formación Millaqueo, región chilena).

Estas unidades, fuertemente tectonizadas, podrían correlacionarse con la Formación Yaghan en el área de la isla Navarino. Según los estudios de Bruhn y sus colaboradores, en el borde pacífico de la Cordillera Sarmiento afloran las siguientes unidades: 1) estratos volcánicos jurásicos; 2) capas de gabbro, diques estratificados básicos y pillow lavas; y 3) sedimentos del Cretácico Inferior. De acuerdo con este estudio, las edades corresponderían al Jurásico

y Cretácico. En el talud oceánico se encuentra el basamento metamórfico y granítico (Península Staines).

Teniendo en cuenta las correlaciones hacia el lado atlántico, se podría sugerir que: 1) los llamados "estratos volcánicos jurásicos" corresponderían al Complejo Huemul (Pérmico), intruído por granitos del Pérmico Superior; 2) en la parte superior del complejo volcánico se apoyan estratos volcánicos triásicos; 3) la siguiente unidad comprende capas de diabasa y gabro, con capas de pillow lavas (Complejo Denaro; Forsythe y Mpodozis 1979), seguramente Jurásico de acuerdo con estudios publicados por varios autores; 4) siempre hacia la Cordillera Pacífica, siguen los estratos sedimentarios marinos, probablemente también del Jurásico (Titoniano).

Estos estratos jurásicos están fuertemente fallados y tectonizados. Al otro lado del canal se los encuentra en la Cordillera Sarmiento y se extienden en el talud continental.

Plutón Andino (edad cretácica)

Región Argentina

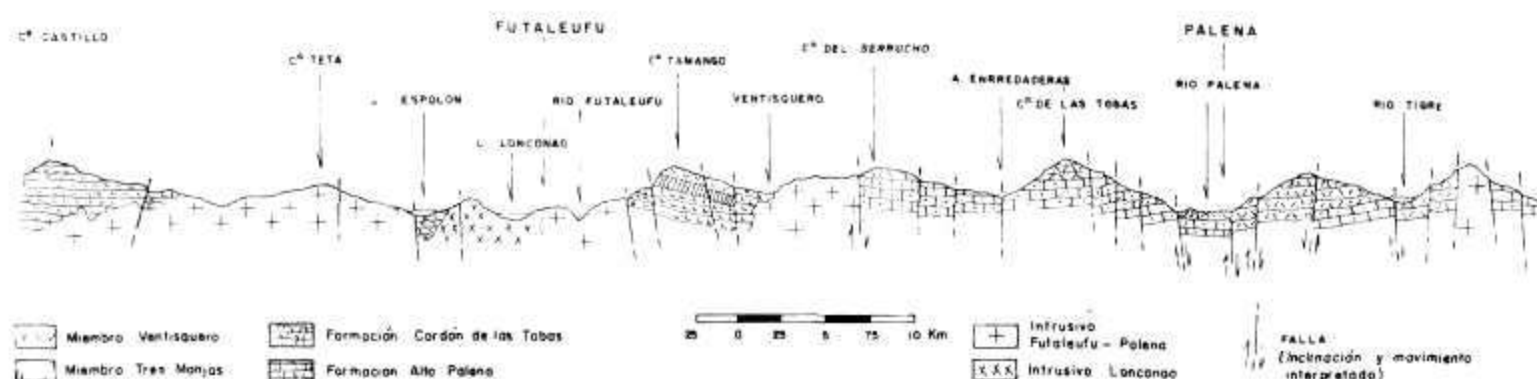
Cuando comenzaron a estudiarse las rocas intrusivas graníticas en la cordillera andina, con respecto a su edad no había acuerdo. Algunos geólogos postularon la presencia de plutones mesozoicos, especialmente Groeber, en la cordillera central. En cambio, para la región patagónica estudiada por Feruglio, este autor

prefirió aceptar una edad paleozoica.

En las publicaciones actuales no siempre se ha discriminado entre intrusivos graníticos viejos y los plutones jóvenes. Un ejemplo es el trabajo publicado por Leanza y Leanza (1979), que trata la Formación Huechulafquen de Turner (1976). Estas rocas se encuentran en la cuenca del río Catán Lil, y afloran en el área de la Pampa de Menucos (Catán Lil). Según la carta geológica publicada dicho intrusivo correspondería al Paleozoico, pero al revisar personalmente las rocas he podido comprobar que este plutón es de edad mesozoica, probablemente cretácica. Las rocas se caracterizan por plagioclasa límpida, totalmente distinta a los granitos "viejos" que se encuentran en el límite internacional, en el área de Aluminé (Turner 1976). En el área de Catán Lil se pueden observar efectivamente, las rocas del basamento granítico paleozoico muy cerca del Plutón Andino, es decir, los asomos ubicados en el Espinazo del Zorro, en la ruta nacional 40. Un poco más al sur, en las mismas rocas paleozoicas se encuentran plutones jóvenes, según los trabajos de Galli (1954), Parker (1973) y otros.

En la zona del lago Nahuel Huapi las rocas han sido estudiadas por González Díaz (1978). Este autor las llamó Formación Los Machis, de edad cretácica, con granito, pórfiro

Figura 7



(Modificado de Thiele et al., 1976)

Perfil detallado en el área Futaleufu-Palena mostrando las relaciones entre las unidades sedimentarias cretácicas y las rocas magmáticas.

granítico y granitos anfibólicos (véase también González Bonorino 1974).

Sin embargo, al revisar los afloramientos de granitos de esta cuenca yo he podido comprobar que existen dos unidades totalmente diferentes. Como ha sido señalado anteriormente, en esta cuenca la unidad más extensa es el Complejo Intrusivo Huechulafquen; en cambio, las rocas del Plutón Andino se encuentran en lugares más restringidos. Además de las que se encuentran en el área de Puyehue, están aflorando las rocas que corresponden al granito Tristeza, las mismas rocas encontradas en el cerro Tres Hermanas.

En Neuquén, los intrusivos andinos jóvenes están asociados a conolitos, pero en Chubut no hay en general conolitos, sino más bien diques, vetas e inyecciones que penetran no solamente los estratos triásicos y jurásicos, sino también rocas más viejas. Esto se ve en los afloramientos de la sierra de Piltriquitrón (González Bonorino 1944, Petersen y González Bonorino 1947).

Más al sur, a poca distancia de Esquel, en La Hoya, se encuentra un cerro con granitos jóvenes. En el camino de la ruta 40 (Spikermann 1971) hay pórfiros graníticos (Cerro Kakel), similares a los que forman el domo que se encuentra en el pueblo de Gobernador Costa.

En el área santacrucense se encuentran rocas granodioríticas y pórfiros andesíticos que se extienden sobre el límite internacional, según fuera indicado por Ramos (1979) y Nullo et al. (1978). Uno de los afloramientos más importantes es el del cerro San Lorenzo.

Región Chilena

Estos plutones graníticos mesozoicos han sido demostrados por diversos autores, principalmente por Bruggen, Muñoz Cristi y Groeber, en la cordillera central. Sin embargo, otros geólogos han reconocido un basamento granítico de edad paleozoica,

como por ejemplo en la Cordillera de la Costa (González Bonorino 1970). Si bien se ha reconocido la presencia de dos unidades - batolitos paleozoicos y mesozoicos - no siempre los estudios los han identificado respecto de sus afloramientos.

El Plutón Andino que fue reconocido en la región argentina está correlacionado en el lado chileno. Mientras el basamento batolítico es potente, el Plutón Andino es mucho más limitado arealmente. Un ejemplo lo constituyen las rocas que se encuentran en el área de los lagos Calafquén y Llanquihué con afloramientos de "stocks" dioríticos, pórfiros andesíticos y dacitas (Moreno y Parada 1976).

Hervé (1976) estudió los afloramientos de rocas intrusivas cerca del límite internacional, en el paralelo 40°. Se trata principalmente de rocas viejas (Plutón Panguipulli) - que podría corresponder al Complejo Huechulafquen - pero también hay plutones jóvenes.

Las rocas intrusivas que se extienden en el sur de la Patagonia no han sido clasificadas por su edad. Los plutones y "stocks" graníticos que fueron estudiados principalmente por Katz y Watters (1966) en la isla Navarino son jóvenes.

La base estratigráfica de las unidades mesozoicas y su edad

En la Patagonia la base del Mesozoico está representada por estratos volcánicos de edad triásica, probablemente Superior, según la mayoría de los autores, entre ellos Groeber, esta unidad, llamada anteriormente Serie Porfirítica Triásica, está correlacionada sobre los faldeos de la Cordillera Patagónica, desde Neuquén hasta Chubut (véase Formación Choiyoi). En el área santacrucense su estratigrafía y morfología muestran un cambio gradual, siendo más restringidas. De acuerdo con esta observación, señalada principalmente por Feruglio, en la columna mesozoica faltaría la

formación triásica volcánica. La base está constituida por espesas capas conglomerádicas y volcánicas ("Complejo Porfirítico" y otros) que representan el Jurásico Medio.

Terciario

Región Argentina

El terciario consiste en un ciclo volcánico y sedimentario que se extiende por toda la Patagonia, a ambos lados de la Cordillera. Los sedimentos son de cuencas litorales, albuferas y playas.

Las unidades muestran discordancias generalmente erosivas, pero también en parte tectónicas en la unidad inferior. Como se verá más adelante, existen también rocas intrusivas volcánicas.

Formación Ventana (= Serie Andesítica, Formación Auca Pan)

La formación está constituida por estratos volcánicos que fueron descriptos por Feruglio (1938, 1947, 1949-1950).

En la región neuquina se encuentra la Formación Auca Pan o Serie Andesítica publicada por Turner (1973, 1976). Anteriormente había sido estudiada por Groeber (1942, 1953) en las sierras de Mendoza y Neuquén. Esta formación se caracteriza por estratos volcánicos con mantos de andesita, basaltos, basandesitas, dacitas y sus tobas e ignimbritas, y conglomerados y brechas. También alternan areniscas tobáceas y niveles de sedimentos carbonáticos, de acuerdo con los estudios de Ljungner (1930-1932), Feruglio (1941), González Bonorino (1944, 1973) y González Bonorino y González Bonorino (1978). En distintos niveles afloran restos fósiles marinos y plantíferos. Los niveles muestran un espesor de 3500 metros, como se observa en la cuenca de Bariloche (Área rionegrina). La estratificación principalmente volcánica está intruída por diques de basaltos y doleritas y domos de pórfiros dacíticos (González Bonorino 1979).

En Chubut han estudiado esta formación, entre otros, González Bonorino (1944) y Petersen y González Bonorino (1947). En el área santacrucense, por el límite internacional, no se ha podido demostrar la presencia de la "Serie Andesítica".

Formación Nirihuau (= Patagónica, Formación Norquino)

Esta formación consiste en areniscas y lutitas, con ostrácodos y restos de plantas depositadas en cuencas parálicas (González Bonorino y González Bonorino 1978), con un espesor de unos 2500 metros en el área rionegrina. Su edad se considera oligocena.

Feruglio (1947, 1949-1950) estudió estos depósitos sedimentarios en la cuenca andina austral. El Patagónica aflora en los bordes de la cuenca. Estos depósitos arenosos con lutitas y niveles de carbón, que constituye el más importante estrato para la explotación de Río Turbio, se extiende hacia el lado chileno (Puerto Natales).

El Patagónica está aflorando en Tierra del Fuego, donde estratos de areniscas con fósiles marinos serían de edad oligocena (Petersen 1949, Camacho 1967).

Formación Collón Cura

Esta formación representa un conjunto de rocas volcánicas de edad miocena, en ambos lados de la cordillera. En la región norpatagónica forman sedimentos arenosos y tobáceos, en las cuencas de los ríos Limay, Collón Cura, Mamuil Malal. Los estudios realizados han sido publicados principalmente por Roth, Groeber, Feruglio y Turner (González Bonorino 1979). Estos depósitos sedimentarios ascienden hasta la cordillera internacional, descendiendo en la parte chilena, cuyas rocas constituyen vulcanitas estratificadas (cerro Tronador, Lanín, Copahue).

La formación miocena aflora en las márgenes extra-andinas (Santacrucense, Colloncurese;

Feruglio 1949), con depósitos de areniscas con restos fósiles de mamíferos. En los bordes de las mesetas que se extienden hacia el sur patagónico (por ejemplo en la meseta del Lago Buenos Aires, en el área santacrucesense), se ven basaltos estratificados, con filones y cuellos que penetran los estratos terciarios (véase Nullo et al. 1978; Cerro Colmillo, Paso Roballos).

Rocas Plutónicas

En el área santacrucesense sobre el límite cordillerano, al este del Hielo Continental Patagónico, afloran rocas intrusivas más jóvenes en relación con los plutones del Grupo Batolito Andino. Un ejemplo lo constituye el Granito Fitz Roy, de edad terciaria superior (Nullo et al. 1978).

Otra unidad lo constituye el Granito Paine, de edad similar (Katz 1961).

Región Chilena

Los estratos volcánicos en la región argentina, de edad terciaria, se extienden en la margen chilena (González Bonorino 1979). Los depósitos volcánicos comprenden estratos brechosos, conglomerados, tobas, areniscas, alternando con lavas andesíticas y dacíticas (Moreno y Parada 1976).

La Serie Andesítica (= Formación Ventana) fue estudiada por Fuenzalida (1947). Este autor ha estudiado las rocas volcánicas andesíticas estratificadas de la Formación Cordón de las Tobas, atribuyéndoles una edad cretácica, sin fósiles (Fuenzalida 1968). Ya que estas rocas volcánicas (Fuenzalida 1947) se correlacionan por los cordones Futaleufú-Palena, es posible que su edad sea terciaria inferior. Por otra parte, la Formación La Cascada (Thiele et al. 1978) sería equivalente al Patagónico (Oligoceno).

En la región de Aisén, los estratos volcánicos del Terciario inferior están superpuestos a los sedimentos marinos mesozoicos. Dichos estratos

volcánicos, que corresponderían a la "Serie Andesítica", se encuentran con frecuencia en las mesetas que siguen a lo largo del límite internacional (Stiefel 1970, Skarmeta 1976).

En la zona de Puerto Natales hay depósitos terciarios con areniscas, lutitas y niveles de carbón (Mina Nirihuau) (véase Terciario. Región Argentina), que en general no están expuestos.

ESTRUCTURA TECTÓNICA DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS DEL PALEOZOICO

Región Pacífica

El basamento cordillerano está constituido por esquistos metamórficos y metamorfoseados con plegamientos y fracturaciones de rumbos e inclinaciones variables. Dichas estructuras se dan en los esquistos metamórficos de edades precámbrica, paleozoica inferior y paleozoica superior (esquistos metamorfoseados, Feruglio 1949-1950), correlacionables con las rocas del Grupo Tepuel (Suero 1948).

En la región chilena asoman las rocas de la Cordillera de la Costa (González Bonorino y Aguirre 1970). Miller (1979) y Hervé et al. (1976) han demostrado las foliaciones y rumbos formados por manteos inferiores de 45°, variables, con clivajes y crenulaciones, entre las zonas I y III, con rumbos e inclinaciones en los planos S principalmente NNE-SSO, con inclinaciones variables en formas asimétricas con limbos cortos volcados.

En el archipiélago de los Chonos, Miller (1979) ha demostrado la presencia del plegamiento pre-variscico con pliegues isócronos de rumbos que oscilan en unos 55° (véase también Stiefel 1970, Hervé 1976). Según Miller, los plegamientos pre-variscicos tienen los ejes similares a los que presentan las filitas micacíticas sobre el borde pacífico entre las longitudes 74°00' a 74°30' oeste. De acuerdo con el estudio de Miller y mi propia revisión de estas estructuras, también en la parte

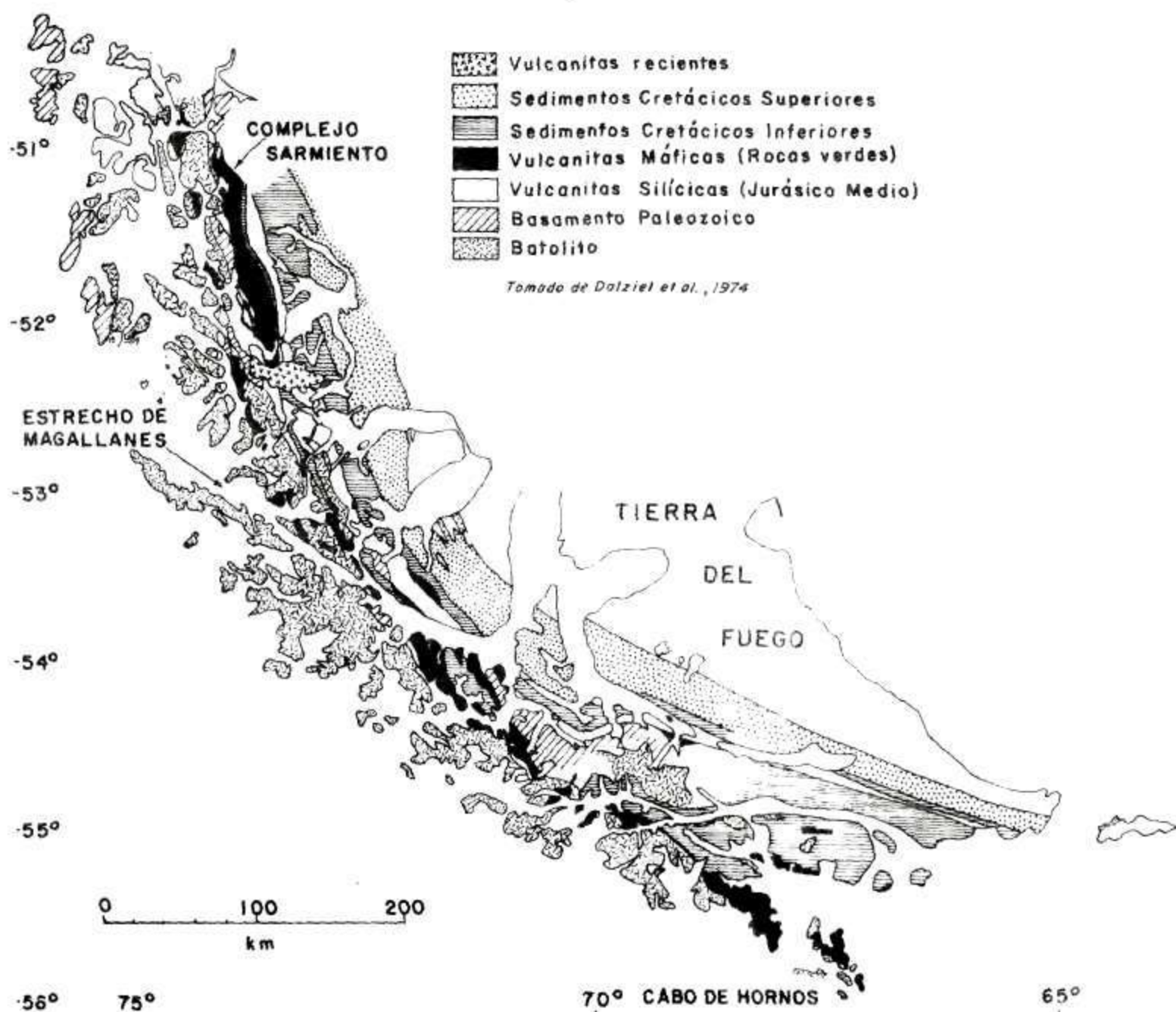
atlántica, se podría demostrar que estos estratos metamórficos representarían distintas unidades, es decir la Formación Canal King (probablemente Paleozoico Inferior - Formación Panguipulli), y por otro lado los esquistos cuarcíticos (Formación Canal Perez Sur - Formación Potranca), que podrían correlacionarse con el grupo Tepuel. Dicho basamento de esquistos pre-varísicos está formado por rocas viejas tectonizadas y, en otros afloramientos, por pizarras arenosas, suavemente plegadas (Miller 1979).

En los islotes del archipiélago de los Chonos, en Aisén, cuyos esquistos metamórficos siguen más hacia el sur, este basamento se extiende bajo el Pacífico. Cecioni (1956) y Forsythe y Mpodozis (1979)

han estudiado las rocas del archipiélago Madre de Dios, en Magallanes, sobre el paralelo 50° de latitud sur. Dichos afloramientos consisten en pizarras, cuarcitas, lutitas, en posiciones inclinadas y asimétricas, con carácter de juxtaposición tectónica, y con filitas conglomerádicas delgadas. Según sus correlaciones, dichos autores las muestran a lo largo del canal de Beagle y sobre la Cordillera Darwin (Hervé et al. 1979, Halpern 1973), donde abundan los granitoides con rejuvenecimiento por deformación.

El área representada por la figura 8, situada en el Estrecho de Magallanes, entre los paralelos 50° a 52° de latitud sur, fue estudiada

Figura 8



Unidades geológicas aflorantes en extremo austral de la vertiente pacífica de los Andes Patagónicos (simplificada de Dalziel et al. 1974).

por Dalziel et al. (1974 a). El bosquejo comprende las distintas unidades que afloran en las comarcas montañosas y la cuenca pacífica. Además de los islotes donde asoman sedimentitas volcánicas cretácicas, existen las siguientes unidades principales:

1. Volcanismo máfico ("rocas verdes"), de edad jurásica superior a cretácica inferior.
2. Volcanismo jurásico medio, silíceo.
3. Basamento paleozoico.
4. Batolito (Dalziel et al. 1974 b).

El intento de correlacionar las unidades situadas en ambos lados de la cordillera, en las vertientes pacífica y atlántica (ver figura 1), podría sugerir las siguientes hipótesis de trabajo:

1. El volcanismo máfico "rocas verdes", estaría representado por depósitos del Jurásico superior-Cretácico inferior integrados por ofiolitas correlacionables con las sierras Piltriquitrón y Navarino.
2. El volcanismo silíceo, situado en el nivel inferior, al cual Dalziel et al. (1974 b), habrían considerado de edad jurásica media. De acuerdo con este estudio, se adjudica edad pérmica al Complejo Huemul representado por este potente manto volcánico en la región pacífica y atlántica.
3. El basamento paleozoico es la unidad siguiente que integran por un lado los esquistos metamórficos relativamente viejos (Formación Panguipulli), y por otro lado los depósitos carboníferos (Formación Potranca).
4. El batolito granítico, que forma los afloramientos más extensos y potentes de estas rocas, es esencialmente pérmico (Batolito Panguipulli - Formación Huechulauquen), sobre el Pacífico. Se encuentran algunos plutones (Navarino) de edad principalmente cretácica.

Región Atlántica

El basamento cordillerano de la

Patagonia consiste en esquistos metamórficos con plegamiento y fracturaciones de rumbos e inclinaciones variables. Tanto del lado pacífico como del atlántico podemos ver idénticas estructuras, que permiten separar principalmente los esquistos metamórficos del Paleozoico Inferior (o quizás Precámbrico) por un lado, y por el otro lado, los plegamientos del Paleozoico Medio o Superior (Grupo Tepuel).

La estructura principal que forma parte del basamento metamórfico aflorante en la Cordillera Norpatagónica muestra los siguientes ejemplos: Río Minero (Iratul), lago Lacar y en la ruta Grande de la provincia de Neuquén, lagos Gutiérrez y Mascardi (ruta nacional), en la provincia de Río Negro, Pilcañen (Comallo), etcétera. Según su estructura tectónica consisten en filitas inyectadas de edad paleozoica inferior, en partes esquistos micáceos. Hacia el sur de la Patagonia, en Santa Cruz y en el borde de la cordillera, afloran los esquistos con clivaje llamados Formación Río Lácteo (Ramos 1979), y filitas hacia los faldeos de la cordillera sobre el Hielo Continental, correlacionables del lado chileno. Dichos esquistos metamórficos representan las mismas rocas que observamos en la Formación Canal King, formada por rocas devónicas (Miller 1979) de idéntica estructura, con rumbos NNO-ESE y con buzamiento de los ejes al noroeste.

La siguiente unidad del metamorfismo en la Patagonia andina, en el sentido estructural, se encuentra en el macizo norpatagónico. Se trata de la sierra de Piltriquitrón (provincias de Río Negro y Chubut) situada frente al valle de El Bolsón. Esta sierra consiste en distintas unidades formadas por rocas intrusivas granodioríticas anfibólicas y gnéisicas con abundantes inyecciones (Cordón

Serrucho), rocas porfiríticas, estratos de sedimentitas estratificadas con inclinaciones moderadas y diques o filones lamprofíricos, estratos sedimentarios terciarios semi-horizontales (Serie Andesítica y sedimentos patagónicos, González Bonorino 1944). Estas unidades muestran fallas tectónicas generalmente verticales, que afectan el basamento metamórfico situado en los cordones Serrucho y Piltriquitrón. Estos cordones están caracterizados por un marcado escalón tectónico en la parte alta, y las distintas unidades - capas esquistosas filonizadas y depósitos esquistosos conglomerádicos con rodados porfiríticos (Formación Huemul) - hacia la parte baja, descendiendo hacia el valle. La estructura de las rocas que afloran en la parte media de la sierra de Piltriquitrón, afectadas por fallas verticales (González Bonorino 1944, perfil I), sería correlacionable con las rocas lutíticas y los basaltos toleíticos que forman el Complejo Denaro, sobre el lado chileno, con estructura similar.

Los aspectos de la orogenia andina en la Tierra del Fuego y la Península Antártica, según sus estructuras variscas y postvariscas, tienen algunas consideraciones interesantes. En los últimos estudios acerca de la orogenia andina, Dalziel y Elliot (1973), Bruhn et al. (1978), Dalziel y Palmer (1979) y Valencio et al. (1980), han analizado su probable arqueamiento desde Tierra del Fuego hacia la Isla de los Estados. El carácter de este arqueamiento estaría representado por un supuesto oroclinal, o bien por cortezas fracturadas, que le brindaría un aspecto de orógeno primario formado por placas integradas principalmente por rocas volcánicas, que según nuestro criterio regional podría considerarse equivalentes a la Formación Huemul, de edad pérmica.

La supuesta rotación podría, sin

embargo, implicar desplazamientos de bloques centrales litosféricos (Valencio et al. 1980). Los afloramientos a lo largo de la Tierra del Fuego y la Isla de los Estados (Dalziel y Palmer 1979) estarían demostrando la presencia de estratos tectonizados con clivajes crenulados, finalmente deformados, involucrando unidades del Pérmico y el Mesozoico (Formaciones Huemul y Yaghan), fuertemente fracturadas. Es sabido que estas unidades son correlacionables a las rocas que afloran en el Seno Huemul, frente al lago Nahuel Huapi.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre L. y B. Levi, 1964. Geología de la Cordillera de los Andes de las provincias de Cúfn, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín, 17: 5-27. Santiago.
- Bonarelli, G., 1917. Tierra del Fuego y sus turberas. Ministerio de Agricultura, Anales, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 12(3): 5-119. Buenos Aires.
- Bonarelli, G. y J.J. Nágera, 1921. Observaciones geológicas en las inmediaciones del lago San Martín (territorio de Santa Cruz). Dirección General de Minas, Boletín, 27B: 1-39. Buenos Aires.
- Borrello, A.V., 1969. Los Geosinclinales de la Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería, Anales, 14: 1-88. Buenos Aires.
- Bruhn, R.L., 1979. Rock structures formed during back-arc basin deformation in the Andes of Tierra del Fuego. Geological Society of America, Bulletin, Part I, 90: 998-1012. Boulder.
- Bruhn, R., Ch.R. Stern y M.J. de Wit, 1978. Field and Geochemical data on the development of a mesozoic volcano tectonic rift zone and back-arc in southernmost south America. Earth and Planetary Science Letters, 41: 32-46. Amsterdam.
- Camacho, H., 1967. Las transgresiones del Cretácico Superior y Terciario de la Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista, 22(4): 253-280. Buenos Aires.
- Caminos, R., 1980. Cordillera Fueguina. In J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina. Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, 11: 1463-1501. Córdoba.
- Cazau, L., 1972. Cuenca del Niriuhau-Norquincó-Cushamen. In A.F. Leanza (Director y Editor) Geología Regional Argentina. Primer Simposio. Academia Nacional de Ciencias, 727-740. Córdoba.
- Cazaubón, A.J., 1947. Una nueva flórcula

- jurásica en el Cordón de Esquel, en el Chubut meridional. Asociación Geológica Argentina, Revista, 2(1): 11-58. Buenos Aires.
- Cecioni, G., 1956. Noticias preliminares sobre el hallazgo del Paleozoico Superior en el Archipiélago Patagónico. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Anales, 12: 257-259. Santiago.
- Cecioni, G., 1957. Cretaceous Flysch and Molasse in Departamento Ultima Esperanza, Magallanes province, Chile. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 41(3): 538-564. Tulsa.
- Criado Roque, P., 1972. Cinturón móvil pampeano en A.F. Leanza (Director y Editor) Geología Regional Argentina. Primer Simposio. Academia Nacional de Ciencias, 297-304. Córdoba.
- Cucchi, R., 1980. La Formación Esquel: Nueva interpretación estratigráfica. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(2): 167-173. Buenos Aires.
- Cucchi, R. y A.M. Baldoni, 1980. Hallazgo de plantas mesozoicas en la Formación Epuyén-Cholila, Epuyén, provincia del Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(1): 155-156. Buenos Aires.
- Charrier, R. y A. Lahsen, 1968. Contribution a l'étude de la limite Cretacé-Tertiaire dans la Province de Magellan, extreme sud du Chili. Revue Micropaléontologie, 11(2): 111-120. Paris.
- Charrier, R. y A. Lahsen, 1969. Stratigraphy of Late Cretaceous-Early Eocene, seno skyring-strait of Magellan Area, Magallanes province, Chile. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 53(3): 568-590. Tulsa.
- Dalziel, I.W.D. y D.H. Elliot, 1973. The Scotia Arc and Antarctic margin in A.M. Nairn y F.G. Stehli (Editores). The ocean basins and margins. The South Atlantic. Nueva York, Plenum Press. 1: 171-245.
- Dalziel, I.W.D. y K.F. Palmer, 1979. Progressive deformation and Orogenic uplift at the southern exteaity of he Andes. Geological Society of America, Bulletin, Part I, 90: 259-280. Boulder.
- Dalziel, I.W.D., R. Caminos, K.F. Palmer, F. Nullo y R. Casanova, 1974. South extremity of Andes: Geology of Isla de los Estados, Argentina, Tierra del Fuego. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 58(12): 2502-2512. Tulsa.
- Dalziel, I.W.D., M.J. de Wit y K.F. Palmer, 1974. Fossil marginal basin in the southern Andes. Nature, 250 (5464): 291-294. Londres.
- Darwin, Ch., 1846. Geological observations on South America. Being the Third part of the voyage of the Beagle, under the command of Captain Fitzroy. 268 p. Londres.
- De Giusto, J.M., C.A. Di Persia y E. Pezzi, 1980. Nesocratón del Deseado en J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina. Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, II: 1389-1430. Córdoba.
- Dessanti, R.N. y R. Caminos, 1967. Edades potasio-argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera Frontal y Sierra de San Rafael, provincia de Mendoza. Asociación Geológica Argentina, Revista, 22(2): 135-162. Buenos Aires.
- Digregorio, J.H. y M.A. Uliana, 1980. Cuenca Neuquina en J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina. Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, II: 935-1032. Córdoba.
- Feruglio, E., 1938. El Cretáceo Superior del lago San Martín (Patagonia). Physis, 12: 293-342. Buenos Aires.
- Ferulio, E., 1941. Nota preliminar sobre la hoja geológica "San Carlos de Bariloche, Patagonia. Boletín de Informaciones Petroleras, 18(200): 27-64. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1947. Nueva contribución al estudio de las terrazas marinas de la Patagonia. Asociación Geológica Argentina, Revista, 2(3): 223-238. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1949-1950. Descripción Geológica de la Patagonia. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos fiscales, I: 1-334 (1949); II: 1-344 (1949); II: 1-431 (1950). Buenos Aires.
- Forsythe, R. y R. Allen, 1980. The basement rocks of Peninsula Staines, Región XII, Province of Ultima Esperanza, Chile. Revista Geológica de Chile, 10: 3-15. Santiago.
- Forsythe, R. y C. Mpodozis, 1979. Archipiélago Madre de Dios, Patagonia occidental, Magallanes. Revista Geológica de Chile, 7: 13-29. Santiago.
- Fossa Mancini, E., 1937. La Formación continental de Paso Flores en el río Limay. Museo La Plata, Notas Geológicas 2(3): 89-96. La Plata.
- Fossa Mancini, E., E. Feruglio y J.C. Yussen de Campana, 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la Terminología Estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras, 15(171): 31-95. Buenos Aires.
- Frenguelli, J., 1930. Nomenclatura estratigráfica patagónica. Sociedad Científica de Santa Fé, Anales, 3: 3-117. Santa Fé.
- Frenguelli, J., 1933. Apuntes de geología patagónica. Boletín de Informaciones Petroleras, 10(112): 843-896. Buenos Aires.
- Frenguelli, J., 1937. La flórmula jurásica de Paso Flores en el Neuquén con referencias a la de Piedra Pintada y otras flórmulas jurásicas argentinas. Museo La Plata, Revista Nueva Serie, Geología, 1(3): 67-108. La Plata.
- Fuenzalida, H., 1935. Observaciones geológicas en el territorio de Aysén. Museo Nacional de Historia Natural, Boletín, 14: 1-15. Santiago.
- Fuenzalida, H., Informe geológico sobre la región del río Puelo. Museo Nacional de Historia Natural, Boletín,

- tín, 23: 79-105 (1946-1947). Santiago.
- Galli, C.A., 1969. Descripción Geológica de la Hoja 38c, Piedra del Aguila. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín, 11, 65 p. Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1944. Descripción geológica y petrográfica de la Hoja 41b - Río Foyel. Dirección de Minas e Hidrología, Boletín, 56, 124 p. Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1946. Contribución a la Petrología del noroeste de la Patagonia. Museo La Plata, Revista Nueva Serie, Geología, 4(20): 1-89. La Plata.
- González Bonorino, F., 1970. Series metamórficas del basamento cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile central. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Geología. Universidad de Chile, Publicación, 37: 1-67. Santiago.
- González Bonorino, F., 1973. Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Llac-Llao. Fundación Bariloche, Publicación, 16: 1-53. Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1974. La Formación Millaqueo y la "Serie Porfirítica" de la Cordillera Nordpatagónica. Asociación Geológica Argentina, Revista, 19(2): 145-154. Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1979. Esquema de la evolución geológica de la Cordillera Patagónica. Asociación Geológica Argentina, Revista, 34(3): 184-202. Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1981. Nota sobre la Formación Piltriquitrón y otras formaciones más antiguas y más modernas en la región de El Bolsón, en Río Negro y Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 36(3): 319-321. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1978. Estratigrafía del área de la Cordillera Patagónica entre los paralelos 40° 30' de latitud Sur (Prov. del Neuquén). Séptimo Congreso Geológico Argentino, Relatorio, 21-22. Buenos Aires.
- González Bonorino, F. y L. Aguirre, 1970. Metamorphic facies series of the crystalline basement of Chile. Geologische Rundschau, 59: 979-994. Stuttgart.
- González Bonorino, F. y G. González Bonorino, 1978. Geología de la región de Bariloche. Un estudio de las formaciones terciarias del grupo Nahuel Huapi. Asociación Geológica Argentina, Revista, 32(3): 175-210. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F. y F.E. Nullo, 1980. Cordillera Neuquina en J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina. Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, 11: 1099-1147. Córdoba.
- Groeber, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología de Neuquén, Sur de Mendoza y región adyacente. Dirección Nacional de Minas, Geología e Hidrología, Publicación 58, 109 p. Buenos Aires.
- Gröeber, P., 1942. Rasgos geológicos generales de la región ubicada entre los paralelos 41° a 44° y entre los meridianos 69° a 81°. Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología, Actas, Geología Primera Parte, 11: 368-379. Santiago.
- Gröeber, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. I. Hoja Chos Malal. Asociación Geológica Argentina, Revista, 1(3): 177-201. Buenos Aires.
- Gröeber, P., 1953. Andino Dr. P. Gröeber et al. Geografía de la República Argentina. Mesozoico. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos CAEA, II, primera parte (1952), 349-351. Buenos Aires.
- Halpern, M., 1974. Regional geochronology of Chile, South of 50° latitude. Geological Society of America, Bulletin, 84: 2407-2422. Boulder.
- Halpern, M., P.N. Stipanovich y R.O. Toubes, 1975. Geocronología (Rb/Sr) en los Andes Argentinos. Asociación Geológica Argentina, Revista, 30(2): 180-192. Buenos Aires.
- Harrington, H.J., 1943. Observaciones geológicas en la isla de los Estados Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Anales Geología, Publicación 41: 29-32. Buenos Aires.
- Hauthal, R., 1904. Mitteilungen über den heutigen Stand der geologischen Erforschung Argentiniens. Neuvieme session du Congrès Geologique International de Vienne, Compte Rendus II: 449-456; 649-656. Viena.
- Hatcher, J.B., 1900 Sedimentary Rocks of Southern Patagonia. American Journal of Science, serie 4, 9(50): 85-108. New Haven.
- Heim, A., 1940. Geological Observations in the Patagonian Cordillera. Eclogae Geologicae Helvetiae, 33(1): 25-31. Zürich.
- Hervé, F., 1976. Superimposed folding and metamorphism in the Laraquete-Colcura area (metamorphic basement of Central Chile). Münstersche Forschungen zur geologie und Paläontologie, 38/39: 99-110. Münster.
- Hervé, F., E. Nelson y M. Suarez, 1979. Edades radiométricas de granitoides y metamorfitas provenientes de Cordillera Darwin, 12th region, Chile. Revista Geológica de Chile, 7: 31-40. Santiago.
- Hervé, F., R. Thiele y M.A. Parada, 1976. El basamento metamórfico del Archipiélago de las Guaitecas, Aysen, Chile. Primer Congreso Geológico Chileno, Actas I: B73-B85. Santiago.
- Illies, H., 1960. Geologie der Gegend von Valdivia, Chile. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Handlungen, 11: 30-110. Stuttgart.
- Katz, H.R., 1961. Algunas notas acerca de la intrusión granítica en la Cordillera del Paine, Provincia de Magallanes. Minerales, 16(74): 1-15. Santiago.
- Katz, H.R., 1963. Revision of Cretaceous Stratigraphy in Patagonian Cordillera of Ultima Esperanza, Magallanes province, Chile. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 47: 506-524. Tulsa.
- Katz, H.R., 1964. Some new concepts on geosynclinal development and mountain

- building at the southern end of South America. 22th International Geological Congress India, Proceedings IV: 241-255. Nueva Delhi.
- Katz, H.R. y W.A. Watters, 1966. Geological investigation of the Yahgan Formation (Upper Mesozoic) and associated igneous rocks of Navarino Island, Southern Chile. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 9: 323-359. Wellington.
- Krank, E.H., 1932. Geological investigations in the Cordillera of Tierra del Fuego. Acta Geographica, 4(2): 1-231. Helsinki.
- Leanza, A.F., 1972. Andes Patagónicos Australes. In A.F. Leanza (Editor y Director). Geología Regional Argentina. Primer Simposio. Academia Nacional de Ciencias, 689-706. Córdoba.
- Leanza, A.F. y H.A. Leanza, 1979. Descripción geológica de la Hoja 37c, Catán Lil (Provincia del Neuquén). Servicio Geológico Nacional, Boletín, 169, 65 p. Buenos Aires.
- Leanza, H.A., 1973. Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos entre Loncopué y Picún Leufú, Provincia del Neuquén, República Argentina, Revista, Linares, E., E.J. Llambías y C.O. Latorre, 1980. Geología de la Provincia de La Pampa, República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(1): 87-146. Buenos Aires.
- Lizuaín Fuentes, A., 1980. Las Formaciones suprepaleozoicas y jurásicas de la Cordillera Patagónica, provincias de Río Negro y Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(2): 174-182. Buenos Aires.
- Ljungner, E., 1930-1932. Geologische Aufnahmen in der patagonischen Cordillera, Vorläufige Mitteilung über Staatliche Arbeiten am See Nahuel Huapi in dem argentinischen Nationalpark unter dem 41 Breitgrad. Geologiska Institutet, Universitet Upsala, Bulletin, 23: 203-242. Upsala.
- Lopez Gamundi, O., 1980. La Formación Esquel, litología y estructura, provincia de Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(2): 187-194. Buenos Aires.
- Llambías, E.J., 1975. Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Servicio Geológico Nacional Informe inédito. Buenos Aires.
- Miller, H., 1973. Características estructurales del basamento geológico chileno. Quinto Congreso Geológico Argentino, Actas IV: 101-115. Buenos Aires.
- Miller, H., 1976. Basamento de la provincia de Aysén (Chile) y sus correlaciones con las rocas premesozoicas de la Patagonia Argentina. Sexto Congreso Geológico Argentino, Actas I: 223-242. Buenos Aires.
- Miller, H., 1979. Das Grundgebirge der Anden im Chonos Archipel. Región Aisen, Chile. Geologische Rundschau, 68(20): 439-456. Stuttgart.
- Moreno, H. y M.A. Parada, 1976. Esquema geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 39°00' y 42°30' S. Primer Congreso Geológico Chileno, Actas I: A213-A226. Santiago.
- Natland, M.L., E. González, A. Cañon y M. Ernst, 1974. A system of stages or correlation of Magallanes basin sediments. Geological Society of America, Memoirs, 139: 1-117. Boulder.
- Nordenskjöld, O., 1905. Petrographische Beobachtungen aus dem westantarktischen Gebiete. Geologiska Institutet, Universitet Upsala, Bulletin, 23: 203-242. Upsala.
- Nordenskjöld, O., 1907. Die Krystallinen Gesteine der Magelländers. Wiss. Ergbn. Schwed. Esp. n.d. Magellansländer, 1(6): 175-240. Stockholm.
- Nullo, F., C. Proserpio y V. A. Ramos, 1978. Estratigrafía y tectónica de la vertiente este del Hielo Continental patagónico, Argentina-Chile. Séptimo Congreso Geológico Argentino, Actas I: 455-470. Buenos Aires.
- Parker, G., 1973. Serie volcánica mesosilícica del sur del Neuquén, Prov. de Neuquén. Quinto Congreso Geológico Argentino, Actas III: 279-291. Buenos Aires.
- Petersen, C.S., 1949. Informe sobre los trabajos de relevamiento geológico efectuado en Tierra del Fuego entre 1945 y 1948. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- Petersen, C.S. y González Bonorino, F., 1947. Observaciones geológicas en el Chubut occidental. Asociación Geológica Argentina, Revista, 2(3): 177-222. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1966. Edades de eruptivas suprepaleozoicas asociadas con el diastrófismo varísico. Asociación Geológica Argentina, Revista, 21(1): 5-19. Buenos Aires.
- Quensel, P.D., 1911. Geologisch-petrographische Studien der patagonischen Cordillera. Geologiska Institutionen Universitet Upsala, Bulletin, 2: 1-113. Upsala.
- Quensel, P.D., 1913. Die Quarzporphir und Porphyroidformation in Südpatagonien und Fuerland. Geologiska Institutionen, Universitet Upsala, Bulletin, 12: 9-40. Upsala.
- Ramos, E.D. y V.A. Ramos, 1978. Los ciclos magmáticos de la República Argentina. Séptimo Congreso Geológico Argentino, Actas I: 771-786. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1976. Estratigrafía de los lagos La Plata y Fontana. Primer Congreso Geológico Chileno, Actas I: A43-A64. Santiago.
- Ramos, V.A., 1979. Descripción geológica de la Hoja 55 a, Sierra de Sangra, prov. de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, inédita. Buenos Aires.
- Riccardi, A.C., 1971. Estratigrafía en el oriente de la Bahía de la Lancha, lago San Martín, Santa Cruz, Argentina.

- Museo La Plata, Revista Sección Geología, 7(61): 245-318. La Plata.
- Riccardi, A.C., 1977. Berriasian invertebrate fauna from the Springhill Formation of Southern Patagonia. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 155(2): 216-252. Stuttgart.
- Riccardi, A.C. y E.O. Roller, 1980. Cordillera Patagónica Austral en J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina, Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, II: 1173-1300. Córdoba.
- Roller, E.O., 1969. Discordancia en la base del Neopaleozoico al este de Esquel. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas, II: 273-278. Buenos Aires.
- Ruiz, C.F., 1965. Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Instituto Investigaciones Geológicas, 305 p. Santiago.
- Shell Production Company of Argentina Ltd., 1960. Algunas observaciones geológicas a lo largo del borde septentrional del Escudo Patagónico. Primeras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas II: 323-326. Buenos Aires.
- Skarmeta, J., 1976. Evolución tectónica y paleogeográfica de los Andes patagónicos de Aysen (Chile) durante el Neocomiano. Primer Congreso Geológico Chileno, Actas I: B1-B15. Santiago.
- Skarmeta, J. y R. Charrier, 1976. Geología del sector fronterizo de Aysen entre los 45° y 46° de latitud sur, Chile. Sexto Congreso Geológico Argentino, Actas I: 267-286. Buenos Aires.
- Spikermann, V.P., 1971. Contribución al conocimiento de la intrusividad del Paleozoico de la región extraandina del Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 20(4): 403-478. Buenos Aires.
- Steffen, H., 1944. Patagonia Occidental. La Cordillera Patagónica y sus regiones circunstantes. Universidad de Chile, I: 1-233. Santiago.
- Stiefel, J., 1970. Das Andenprofil im Bereich des 45. Südlichen Breitengrades. Geologische Rundschau, 59(3): 961-979. Stuttgart.
- Stipanovic, P.N., 1967. Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico. Asociación Geológica Argentina, Revista, 22(2): 101-103. Buenos Aires.
- Stipanovic, P.N. y E.J. Methol, 1980. Comarca Nordpatagónica en J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina, Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, II: 1071-1098. Córdoba.
- Suero, T., 1948. Descubrimiento del Paleozoico superior en la zona extraandina del Chubut. Nota preliminar. Boletín de Informaciones Petroleras, 25(287): 31-48. Buenos Aires.
- Suero, T., 1953. Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extraandina del Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 8(1): 37-53. Buenos Aires.
- Suero, R. y P. Criado Roque, 1955. Descubrimiento del Paleozoico superior al oeste de Bahía Laura (Territorio Nacional de Santa Cruz y su importancia paleogeográfica. Museo La Plata, Notas Geología, 18(68): 157-173. La Plata.
- Thiele, R., J.C. Castillo, R. Hein, G. Romero y M. Ulloa, 1978. Geología del sector fronterizo de Chiloé continental entre los 43°00' - 43°45' latitud sur, Chile (Comunas de Futaleufú y Palena). Séptimo Congreso Geológico Argentino, Actas I: 577-592. Buenos Aires.
- Thiele, R., F. Hervé y M.A. Parada, 1976. Bosquejo geológico de la Isla Huapi, Lago Ranco, Provincia de Valdivia: contribución al conocimiento de la Formación Panguipulli (Chile). Primer Congreso Geológico Chileno, Actas I: A115-A137. Santiago.
- Turner, J.C.M., 1976. Descripción geológica de la Hoja 37a-b (Junín de los Andes) Prov. de Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín, 132, 86 p. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M., 1976. Descripción geológica de la Hoja 36a (Aluminé) provincia de Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín, 145, 77 p. Buenos Aires.
- Ugarte, F.R.E., 1965. El suprapaleozoico del Río Genoa (Chubut) e inmediaciones. Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas III, 379-406 (en Acta Geológica Lilloana, VII). Tucumán.
- Valencio, D.A., J.F. Vilas y J. Selles Martínez, 1980. Península antártica: orogéno u oroclino? Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(1): 72-79. Buenos Aires.
- Van Eysinga, F.W., 1971. Geological time table. Elsevier Publishing Company. Nueva York.
- Vilela, C.R. y J.C. Riggi, 1956. Rasgos geológicos y petrográficos de la sierra de Lihue-Calel y área circundante provincia de La Pampa. Asociación Geológica Argentina, Revista, 11(4): 217-271. Buenos Aires.
- Volkheimer, W., 1964. Estratigrafía de la zona extrandina del Departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42° 30' y los meridianos 70° y 71°. Asociación Geológica Argentina, Revista, 10(2): 85-107.
- Volkheimer, W., 1965. Bosquejo geológico del noroeste del Chubut Extraandino (zona de Gastre-Gualjaina). Asociación Geológica Argentina, Revista, 20(3): 326-350. Buenos Aires.
- Wichmann, B., 1934. Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Neuquén y del Río Negro. Dirección de Minas y Geología, Boletín 39: 3-27. Buenos Aires.
- Zöllner, W. y A.J. Asmus, 1955. Acerca del Paleozoico superior y Triásico del Cerro La Premia, Andacollo, Neuquén. Asociación Geológica Argentina, Revista 10(2): 127-135. Buenos Aires.

Recibido: 27 de noviembre de 1984

Aceptado: 25 de setiembre de 1985

Félix González Bonorino
CONICET
Arenales 3660
1425 Buenos Aires
República Argentina

ASPECTOS METALOGENICOS DEL NOROESTE ARGENTINO (PROVINCIAS DE SALTA Y JUJUY)

a la memoria del
Prof. Dr. Paul Ramdohr
(1890 - 1985)

Ricardo J. Sureda, Miguel A. Galliski, Pedro Argañaraz y Jorge Daroca

RESUMEN

En el noroeste argentino se distinguen tres épocas metalogénicas: I) Precámbrico Superior-Paleozoico; II) Cretácico-Eoceno; III) Eoceno-Holoceno, en las cuales han acontecido los fenómenos geológicos y los procesos metalogénicos conducentes a la formación de sus yacimientos minerales. Se han identificado veintitrés metalotectos que se describen junto a sus principales depósitos, la tiliación endógena o exógena de las fuentes, la sucesión deposicional singénica o epigénica de las menas, la importancia relativa de las concentraciones minerales y sus rasgos geológicos más destacados.

Los depósitos minerales hipogénicos de la primera época comprenden pegmatitas cámbricas de elementos raros con mineralizaciones de Nb-Ta-Li-Be; filones monometálicos de Fe, Cu, Pb o Ba en cajas preordovícicas; una faja metamórfica con silicatos de aluminio espacialmente asociada con pegmatitas graníticas portadoras de berilo y mica y ultrabasitas alcalinas presumiblemente carbónicas. A un destacado metalotecto de génesis mixta se atribuyen mineralizaciones estratiformes y filonianas de Pb, Zn, Ba e interesantes depósitos distales y campos filonianos de Au, Fe, Cu. En ambiente sedimentario se depositan calizas precámbricas, fosforitas biogénicas en litofacies ordovícicas de plataforma y una importante acumulación silúrica de hierro sedimentario marino.

Con la segunda época metalogénica se asocian al plutonismo granítico alcalino cretácico algunas paragénesis de Th(W-Nb-T.R.) y filones polimetálicos con (U-Ni-Co-Bi) Cu-Pb-Ag-Zn. Exogénicamente se desarrollan, en ambiente de rift y sedimentación táfrica, concentraciones minerales de dos tipologías estratoligadas diferentes: U-Cu-V en areniscas y Cu-Pb-Zn en calizas.

La última época, la más importante en la metalogenia andina, genera mineralizaciones hipogénicas variadas: Pórfidos de Cu-(Mo-Au); subvolcánicas vetiformes de Ag-Pb-Zn (Cu-Bi), Sb-Au, Ag-Sn; metasomáticas de Fe-(Cu) y numerosas rocas de aplicación. Depósitos exhalativos y termales de origen mixto incluyen presentaciones de Mn-Fe, Ag-Cu (Au-Hg), Sn-Fe-Ag, S, U y traverinos. En concentraciones exógenas ocurren depósitos de Cu-Au estratoligados en areniscas; evaporitas, en su mayoría de conexiones volcanogénicas, constituidas por sulfatos, cloruros y boratos; evaporitas recientes con carbonatos, sulfatos, boratos, cloruros y salmueras enriquecidas en Li, K, Mg, Sr, Rb, Cs. Las acumulaciones biogénicas y residuales incluyen diatomitas, turbas, caolín y arcillas. Existen placeres aluviales o eluviales con Sn, Au, Bi, y Nb-Ta-Bi.

La distribución de las mineralizaciones en el espacio y en el tiempo, se corresponde estrechamente con la historia geológica de las cuatro regiones morfoestructurales, metalogénicamente significativas, que participan en la conformación física de la región estudiada.

ABSTRACT

The mineral deposits of the Argentine North-West were formed by geologic phenomena and metallogenic processes pertaining to three different metallogenic epochs: I) Upper Precambrian-Paleozoic, II) Cretaceous-Eocene, III) Eocene-Holocene. Twenty three metalotects have been identified; they are described together with their principal deposits, their endogenic or exogenic provenance, the syngenetic or epigenetic depositional succession of the ores, the relative importance of the minerals concentrations and their most important geologic characteristics.

The hypogenic mineral deposits of the first epoch comprise: cambrian pegmatitic mineralizations of rare elements with Nb-Ta-Bi-Li-Be, preordovician monometallic veins that carry mica-beryl pegmatites, and possibly carboniferous alkaline ultrabasic dykes. There are also fissure veins attributed to an alkaline ultrabasic dykes. There are also fissure veins and stratabound Pb, Zn, Ba mineralizations as well as Au, Fe, Cu quartz vein fields attributed to an important metalotect of mixed genesis. Finally precambrian limestones, biogenic phosphorites in ordovician lithofacies and important silurian iron were accumulated in sedimentary environments.

In the second metallogenic epoch, associated to the c etaceous alkaline granites, polymetallic veins (U-Ni-Co-Bi) Cu-Pb-Ag-Zn and Th (W-Nb-R...) mineralizations are found. Development in exogenic cycle comprise sedimentation in taphrogenic troughs with two different stratabound typologies: U-Cu-V mineralizations of the Colorado Plateau type and Cu-Pb-Zn deposits of the Mississippi Valley Type.

The last and most important epoch in the Andean metallogeny has hypogenic mineralizations of: Cu-(Mo-Au) porphyries, Ag-Pb-Zn(Cu-Bi), Sb-Au and Ag-Sn epithermal veins, Fe-Cu metasomatic deposits and several industrial rocks and minerals. Exhalative and thermal spring concentrations, and travertine deposits. There are to be found different metallotects in exogenic environmental concentrations, and travertine deposits. There are to be found different metallotects in exogenic environmental concentrations: Cu-Au stratabound deposits in sandstones, tertiary evaporites with sulphates, chlorides and Li, K, Mg, Sr, Rb, Cs rich brines. The biogenic and residual accumulations include diatomites, peats, kaolin and clays. There are also eluvial and alluvial Sn, Au, Bi, and Nb-Ta-Bi carrying placers.

The time-space distributions of the mineralizations is found to be strictly related to the geologic history of the four metallogenetically significant morphostructural regions of the area surveyed.

INTRODUCCION

En esta contribución se resumen los conceptos utilizados por el grupo de trabajo en Recursos Minerales de la Universidad Nacional de Salta durante la elaboración del mapa metalogénico de las provincias de Salta y Jujuy (escala 1:500.000).

La información acerca de los yacimientos o manifestaciones minerales en el noroeste argentino procede de numerosos estudios, éditos o inéditos, realizados por técnicos y profesionales de diversas empresas y organismos oficiales o privados, como también de la experiencia personal de los autores.

Abundantes antecedentes registra la literatura geológica argentina sobre yacimientos minerales y metalogénesis: Stelzner (1873, 1885), Bodenbender (1905, 1922), Beder (1916, 1927, 1930, 1931), Stappenbeck (1918), Olsacher (1938, 1942), Sgrosso (1943), Angelelli (1950), Stoll (1964), Herrera (1965), Kittl (1965, 1966), Angelelli y Fernández Lima (1968, 1972, 1980), Angelelli et al. (1970), Angelelli (1971), Fernández Lima (1971), Oliveri (1971), Fernández Lima y Latorre (1978), Vallés (1980), Angelelli (1984), muchos de los cuales cubren provincias o regiones parciales de nuestro territorio. Sin duda la continua y meritoria labor del Prof. Ing. V. Angelelli ha delineado las bases de la metalogenia del país expuestas en el Mapa Metalogenético de la República Argentina (escala 1:2.500.000) (Angelelli et al. 1970).

El veloz incremento del conocimiento geológico en las regiones sudamericanas tanto en calidad como en el detalle de la información disponible, modifica paralelamente el marco conceptual de las interpretaciones metalogénicas y propicia sus periódicas actualizaciones. En tal sentido conviene señalar que nuestra labor sólo pretende aportar una visión de conjunto de los depósitos minerales identificados en el contexto geológico de la región, contexto que debe proporcionar los criterios válidos para su ordenamiento y clasificación metalogénica. Esta tarea ha de sumarse a la corriente de investigaciones que posibilitarán, en el futuro, la obtención de una carta metalogénica de sólidos fundamentos para el área del GEICOS.

En el trabajo se emplea el vocablo metalogenia en su sentido más amplio, acepción que permite incluir depósitos de elementos no metalíferos y rocas de aplicación cuyas connotaciones económicas tienen, en lo habitual, una correspondencia directa con los procesos geológicos de enriquecimiento y concentración de elementos químicos semejantes a los responsables de la formación de yacimientos metalíferos. Criterios similares se encuentran en la elaboración de la Carta Metalogenética de Europa escala 1:2.500.000 (1968-1982) y del Mapa Metalogenético del Brasil, escala 1:5.000.000 (1972).

Al considerar el factor tiempo en metalogenia, conviene destacar que se

adopta el vocablo *época* como unidad temporal mayor, en el convencimiento que tiene prioridad, uso internacional corriente e inequívoco significado geológico (de Launay 1913; Lindgren 1933). De esta manera, una época metalogénica cubre uno o varios períodos del tiempo geológico durante los cuales han acontecido fenómenos comunes de migración, concentración y depósito de ciertos elementos químicos, bajo determinadas condiciones geológicas, en un área definida. Entre la época metalogénica y la unidad temporal mínima o suceso-tiempo este último asociado, por ejemplo, a un pulso de mineralización hidrotermal o al depósito de un banco sedimentario-- puede utilizarse el intervalo como unidad intermedia, acotada también por fases diastróficas o acontecimientos geológicos documentados como metalogénicamente relevantes. Razones de escala y la imbricación geográfica de ocurrencias minerales con diferente edad y naturaleza genética aconsejan, en esta instancia, evitar el ordenamiento primario de los depósitos en provincias o subprovincias metalogénicas. Por ello hemos preferido describir metalotectos, en el sentido de unidades metalogénicas básicas, útiles como objetos físicos fácilmente identificables con las concentraciones minerales (Laffite et al. 1965, Nicolini 1970).

Varios metalotectos, de diferente naturaleza, pueden participar en la configuración de un yacimiento determinado que habitualmente se identifica con el metalotecto principal. La enumeración en orden decreciente de influencia de los metalotectos participantes puede iluminar la historia genética del yacimiento con toda la riqueza de matices e interrelaciones fenomenológicas capaces de acontecer en el medio natural. Los metalotectos más importantes muestran variantes internas significativas motivando la descripción de subtipos dependientes. En cada unidad es posible reconocer sus características más comunes, la filiación endógena o exógena de las fuentes, la sucesión deposicional singénica o epigénica y los principales

depósitos minerales asociados (Cuadro I).

El orden de la magnitud física o la escala del metalotecto no debe omitirse. Si bien existen escalas de impecable factura lógica como la propuesta por Nemec (1970), se adopta aquella de uso geológico convencional y generalizado. La integración suprarregional de metalotectos análogos permite delimitar, eventualmente, provincias metalogénicas o cinturones metalogénicos continentales.

Los autores agradecen al Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta su respaldo al Programa 053-J-11 y a la SECYT-CONICET los subsidios otorgados en distintas oportunidades. Los intercambios de ideas y experiencias con los colegas de la Universidad Nacional de Salta son siempre referencias y estímulos de valor. Son especialmente apreciadas las lecturas críticas del manuscrito realizadas por: Dra. M.K. de Brodtkorb, Dr. J.G. Viramonte, Dr. J.A. Salfity, Lic. S.A. Gorustovich y Geól. R.N. Alonso. La Fundación Alexander von Humboldt y el Prof. Dr. G.C. Amstutz han facilitado con generosidad una fructífera residencia académica del primer autor, en la República Federal Alemana, para el estudio de temas vinculados con la metalogenia del norte argentino.

DESCRIPCION DE LOS METALOTECTOS DEL NOROESTE ARGENTINO

Los depósitos minerales del noroeste argentino tienen distribución y características ligadas estrechamente a la historia geológica de las cuatro regiones morfoestructurales, metalogénicamente significativas, que participan en el área considerada: Puna, Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y Sierras Pampeanas Septentrionales.

La naturaleza de los depósitos permite describir 23 metalotectos que acontecen en tres épocas metalogénicas bien definidas para estas comarcas (Cuadro I). Cada época metalogénica incluye al menos cierta actividad tectomagmática que se refleja en la formación de depósitos minerales con participación ígnea o metamórfica. Puede acontecer en una fase inicial o en varios episodios sepa-

rados por discordancias de diferente magnitud que, a su vez, condicionan el desarrollo de las cuencas sedimentarias y marcan el predominio de los metalotectos exógenos sobre los metalotectos de filiación endógena. La evolución geodinámica del segmento andino central de Sudamérica, entre los 18° y 26° de latitud sur, tiene marcada influencia en la distribución espacial y temporal de los metalotectos. Existen correspondencias con las principales fases diastróficas de los ciclos tectónicos sudamericanos y las cuencas sedimentarias afectadas. Los mecanismos de concentración en las últimas épocas metalogénicas se benefician con frecuencia del cuadro evolutivo precedente en ciertos procesos formativos, generalmente policíclicos, que participan del concepto conocido como herencia metalogénica.

EPOCA METALOGENICA I (Precámbrico Superior-Paleozoico)

Los terrenos más antiguos del noroeste argentino pertenecen a un cinturón móvil de elongación meridiana (Galliski 1981, Coira et al. 1982), activo entre los núcleos cratonizados de Arequipa, Guaporé y las Sierras Pampeanas durante el Precámbrico Superior. Están integrados por una potente sucesión de sedimentitas marinas turbidíticas, con algunas intercalaciones volcánicas puntuales (Toselli y Aceñolaza 1984, Omarini comunicación personal), y facies de plataforma, epiclásticas o calcáreas, más reducidas. Este conjunto muestra fuerte plegamiento y un metamorfismo termodinámico incipiente a través de la fase diastrófica Tílica. Plutonitas graníticas postcinemáticas de las Formaciones Cañaní, La Quesera y Cachi intruyen el zócalo epimetamórfico. La edad máxima K/Ar para la Formación La Quesera es de 601 m.a. \pm 65, pero una isocrona Rb/Sr revela la edad de 717 \pm 19 m.a., con una relación inicial $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7055 \pm 0,0004$, lo cual indica que, a diferencia de la faja de granitoides paleozoicos, algunas de estas plutonitas precámbricas no tienen una evolución cortical pronunciada (Omarini et al. 1985). Las entidades actuales del basamento

afloran en una faja submeridiana comprendida entre los 54° 45' y 66° 30' de longitud oeste, desde la sierra de Santa Victoria en la frontera con Bolivia hasta la sierra de Quilmes en el sur de Salta. Ellas cruzan el límite convencional de los tiempos precámbricos penetrando en el Fanerozoico. Petrográficamente estas unidades son muy variables y gradan (Toselli y Oyarzábal 1984), desde migmatitas o metamorfitas de mediano y alto grado, bajo los episodios termo-metamórficos sobreimpuestos en ambiente de Sierras Pampeanas --Complejo Agua del Sapo y Complejo Tolombón--, a las leptometamorfitas y sedimentitas del Grupo Lerma (Salfity et al. 1975) en el tramo central y norte de la faja, especialmente expuestas en los ambientes de Cordillera Oriental.

Sobre este basamento se desarrolla el ciclo sedimentario cambro-ordovícico representado por las cuarcitas de plataforma del Grupo Mesón (Turner 1960a) y los depósitos epiclásticos ordovícicos, mucho más extendidos y bien documentados en su registro fosilífero, correspondientes al Grupo Santa Victoria (Turner 1960a). La fase diastrófica Guandacólica, en el Arenigiano superior-Llanvirniano, afecta la cuenca eopaleozoica con la emergencia de un protoarco en la Cordillera Oriental (Salfity et al. 1984) y el vulcanismo sincrónico de la Puna, inicialmente espilitico y luego calcoalcalino (Schwab 1971, Coira 1973 y 1975), cuyos asomos configuran un extenso arco volcánico (Coira et al. 1982). El evento puede incluir el magmatismo ultrabásico de Salar de Pocitos (Argañaraz et al. 1973) asimilable con las presentaciones más australes que se interpretan como complejos ofiolíticos de subducción (Allmendinger et al. 1982), parte del metamorfismo de la Formación Oíre (Omarini et al. 1984) y algunos plutones postcinemáticos de las Sierras Pampeanas Septentrionales como el granito Cafayate (Rapela 1976). El ciclo sedimentario concluye en la fase Oclóyica con la emergencia definida del arco puneño controlando la sedimentación clástica silurodevónica en un marco geográfico más restringido (Salfity 1980).

CUADRO I

[illegible]

Varias unidades de superficie y subsuelo (Formaciones Zapla, Salar del Rincón y equivalentes) integran el nuevo ciclo sedimentario. El régimen talasocrático entra en un curso regresivo sin precedentes para toda la región y en adelante se afianzarán progresivamente los dominios continentales en la evolución geológica del norte argentino. La culminación del ciclo Famatiniano permite contemplar definitivamente consolidada la acreción periférica de entidades paleozoicas al Cratógeno Central Argentino y el plutonismo granítico apotectónico asociado con la fase Chánica penetrando diversas formaciones eopaleozoicas. El cuadro geológico durante el Paleozoico Superior-Triásico, relevante en el ámbito precordillerano, se encuentra aquí representado marginalmente y no existen evidencias metalogénicas claras atribuibles al lapso indicado.

La época metalogénica incluye un primer intervalo talasógeno donde se han reconocido seis metalotectos, tres de los cuales yacen en el basamento pre-tilcárico. De los tres restantes existen dos de acentuada filiación exógena que pertenecen a las cuencas sedimentarias de los mares ordovícicos. En el segundo intervalo se identifican tres metalotectos. El más importante es de naturaleza sedimentaria y edad silúrica. Los otros dos, de filiación magmática, podrían estar vinculados con el plutonismo apotectónico del ciclo Famatiniano.

1. Calizas carbonosas de plataforma

En la Cordillera Oriental de Salta y Jujuy afloran unas calizas negras, grises o azules, invariablemente oscuras, de grano fino y cantidades irregulares de materia orgánica. Estratigráficamente próximas a la base del Grupo Lerma (Salfity et al. 1975, Baldi y Omarini 1984) pertenecen a los términos más antiguos conocidos del Precámbrico Superior de la comarca. Son micritas macizas, en general recrystalizadas en microesparitas y con exoclastos félsicos menores al 2%. Yacen en bancos de 0,5 a 1 metro de espesor cruzados por vénulas blancas de

calcita esparítica y ocasionalmente cuarzo ftanítico. Constituyen la Formación Volcán (Loss y Giordana 1952) en la margen izquierda de la quebrada de Humahuaca y la Formación Las Tienditas (Ortiz 1962) en las cumbres del Castillejo, al SE de la ciudad de Salta. Ambas entidades son similares, correlacionables y muy homogéneas formando mantos homoclinales, fuertemente buzantes, de 50 a 400 metros de espesor, cuyos asomos saltuarios sólo se observan por escasos kilómetros. Las rocas han perdido importantes rasgos deposicionales y se refieren al metabolismo de las extensas matas algales fotosintéticas que, a partir del Precámbrico Medio, comparten el último estadio evolutivo de la atmósfera planetaria. A diferencia de algunas formaciones calcáreas primitivas como las del Grupo Bambuí (Cassedanne 1969) no desarrollan estromatolitos y carecen de mineralizaciones estratiformes de Pb y Zn. Se describen como calizas cristalinas y en Volcán pertenecen a la anquizona del metamorfismo regional de muy bajo grado (Toselli 1981). Pocas veces la recrystalización metamórfica proporciona cuerpos pequeños aptos para labrar mármol.

Económicamente, las calizas se destacan por los bajos contenidos de SiO_2 y MgO que las convierten en óptima materia prima para la industria cementera. La Formación Volcán proporciona unas 400.000 t/año con ese destino. La estimación de reservas sobre las calizas aflorantes entre las localidades de León y Volcán es 70×10^6 t (Monchablón 1976). El análisis promedio de un lote de 100 muestras procedentes de la Formación Las Tienditas tiene el siguiente contenido: 97,40% de CaCO_3 ; $\text{SiO}_2 = 1,1\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,21\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,01\%$; $\text{MgO} = 0,3\%$ (Iturriza 1981). El empleo industrial de las calizas precámbricas se ha visto favorecido por las impurezas de las formaciones carbonáticas fanerozoicas del noroeste argentino, muy dolomitizadas o con elevada proporción de sedimentos clásticos.

Por otro lado, las calizas precámbricas proporcionan variedades dolomíticas de buena calidad. En la quebrada de

Tumbaya Grande, Jujuy, la cantera Agua Chica ha llegado a extraer 40.000 t/año. La dolomita es de grano fino y color gris oscuro, en bancos irregulares y lentiformes intercalados en las secciones basales del Grupo Lerma. Los bancos dolomíticos asoman a lo largo de un kilómetro con espesores variables, próximos a los 20 metros (Romani 1961).

2. Pegmatitas de elementos raros

El metalotecto comprende las pegmatitas del distrito minero El Quemado, situado en el extremo septentrional de las Sierras Pampeanas. Abarca unos 400 km² en el tramo norte de la sierra de Cachi, donde predominan las rocas del basamento cristalino (Formación Puncoviscana) integrada por ectinitas que han sufrido al menos dos episodios de metamorfismo regional, y por un conjunto de plutonitas epizonales trondhjemíticas (Formación Cachi) que intruyen la secuencia anterior.

Son pegmatitas plumasíticas, en su mayoría complejas y ricas en elementos como Nb-Ta-Bi-Li-Be. Los cuerpos son tabulares, con longitudes de cientos de metros y potencias entre 4 y 30 metros, rumbos dominantes al NO e inclinaciones altas, en general al SO. La estructura zonal interna de las pegmatitas es similar en todo el distrito, con zonas de borde y externas de cuarzo-plagioclasa-moscovita, intermedias de cuarzo-plagioclasa-microclino-moscovita y núcleos de cuarzo. La génesis es debida a la cristalización fraccionada de fluidos pegmatógenos enriquecidos en volátiles, provenientes de los diferenciados póstumos de la cristalización del magma trondhjemítico, los cuales han sido intruidos por un proceso polipulsatorio en las rocas de caja. En algunas pegmatitas se reconocen dos pulsos de reemplazo, el primero sódico y el segundo lítico. La zonación regional comprende pegmatitas ricas en K, próximas a los intrusivos, con Na dominante en posiciones intermedias y cuerpos ricos en Li en los límites externos del sistema zonal (Galliski 1983a).

En base a dataciones geocronométricas

la edad mínima del metalotecto se ubica en el Cámbrico Inferior a Medio (564 \pm 25 m.a. - 523 \pm 20 m.a.) (Galliski 1983a).

El emplazamiento de las plutonitas apotectónicas de la Formación Cachi, en relación a la fase Tilcárica del ciclo Pampeano, se corresponde sincrónicamente con una actividad magmática destacada en áreas centrales de las Sierras Pampeanas señalada por Kilmurray y Dalla Salda (1977) y Ramos y Ramos (1979). A escala mundial y desde el punto de vista geotectónico, es interesante señalar que los metalotectos de pegmatitas de elementos raros se insertan típicamente en los bordes de plataformas cratonizadas (Nedumov 1964).

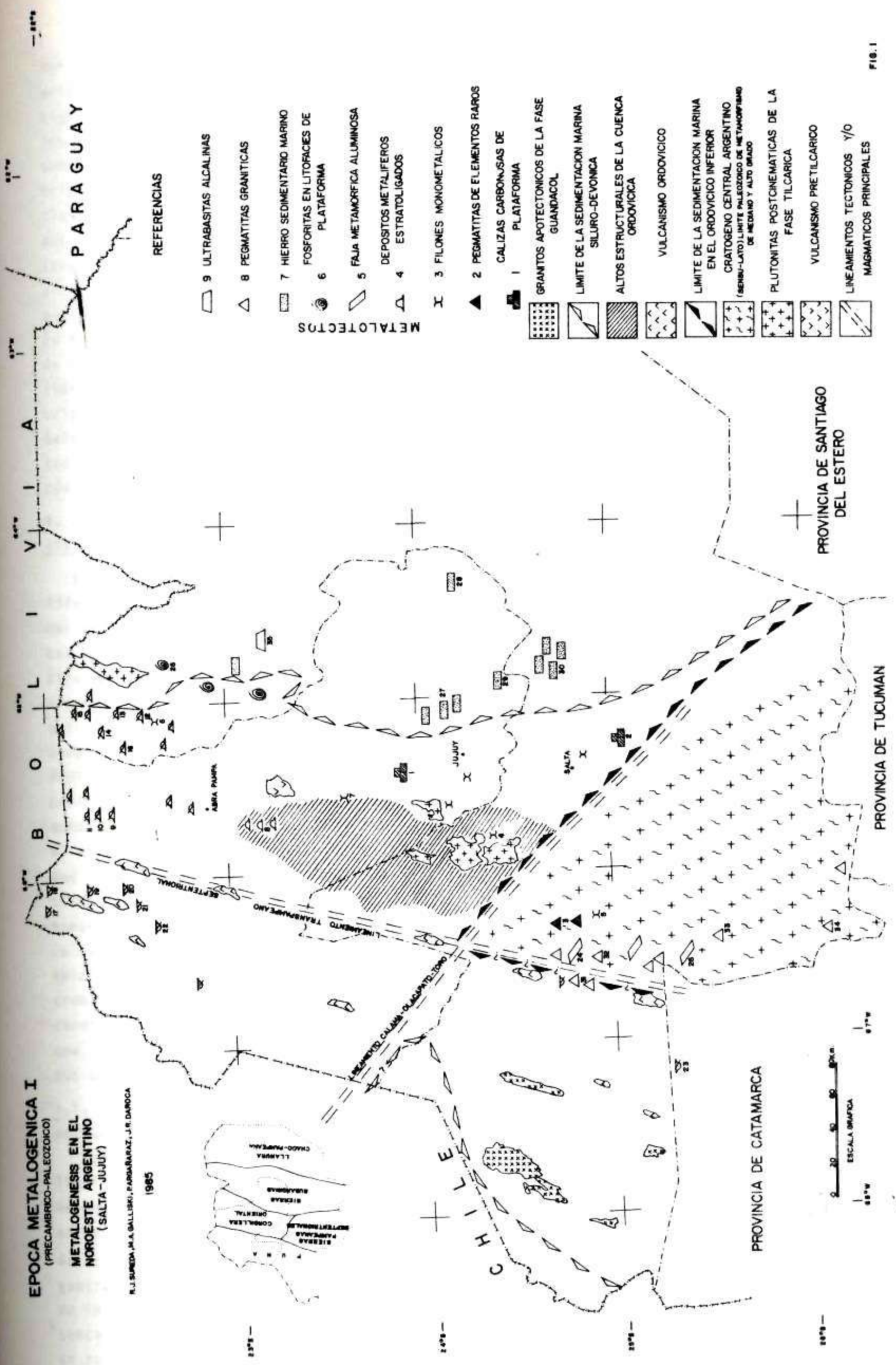
La mineralogía económicamente destacada incluye: niobita, tantalita, microlita, tapiolita, bismuto, bismutinita, bismutita, lepidolita, espodumeno, montebrasita y berilo. El distrito constituye la acumulación de Nb y Ta más importante de la Argentina y alberga también interesantes recursos en Li. Su explotación precaria en el lapso 1943-45 produjo 10 toneladas de concentrados de columbita y 5 toneladas de concentrados de bismuto.

3. Filones monometálicos (Fe, Cu, Pb, o Ba)

Es un metalotecto escasamente representado y sin mayores perspectivas económicas. Agrupa los filones emplazados en el basamento pre-tilcárico y menos frecuentemente, en sedimentos cámbricos del Grupo Mesón. Como ejemplos se pueden citar las minas Inca (Fe) Edith Luisa (Cu), Titiorco (Pb) y María Cristina (Ba). Estos depósitos ocurren en la Cordillera Oriental, Puna y Sierras Pampeanas Septentrionales de manera saltuaria, sin configurar distritos mineros definidos. Sus vinculaciones genéticas son oscuras y posiblemente variadas. Algunos podrían responder a derivaciones hidrotermales de plutonitas antiguas (Formación La Quesera, Formación Cañaní y equivalentes), en general estériles. En otros casos, tampoco es posible descartar la existencia de filones descendentes, implantados en el zócalo

EPOCA METALOGENICA I (PRECAMBRICO-PALEOZOICO) **METALOGENESIS EN EL NOROESTE ARGENTINO (SALTA-JUJUY)**

R. J. SUREDA, M. A. GALLISKI, P. GONZALEZ, J. R. DARGA
1985



con posterior remoción erosiva de la unidad matriz de cobertura. De mayor significado metalogénico se consideran los indicios de un vulcanismo coetáneo con el depósito de los sedimentos precámbricos. Los autores han detectado litoclastos de vulcanitas en los conglomerados de base del Grupo Mesón en varias localidades nortenas muy distantes entre sí. Ultimamente se han reconocido diques y mantos de lavas en niveles de la Formación Puncoviscana, en la quebrada de Coraya, Jujuy (Toselli y Aceñolaza 1984). Asimismo, las rocas ígneas descritas por Vilela (1956) en río Blanco, Salta, son reinterpretadas como intercalaciones volcánicas en la Formación Puncoviscana (Omarini comunicación personal).

4. Depósitos metalíferos estratoligados (Pb, Zn, Ba, Au, Fe, Cu)

El apartado reúne los depósitos metalíferos estratoligados a los sedimentos marinos del Ordovícico Inferior a Medio. Los ambientes sedimentarios del Ordovícico Inferior marino en el noroeste argentino incluyen plataformas someras ubicadas al norte y al oriente de las comarcas emergidas pertenecientes a los dominios septentrionales del Cratógeno Central Argentino. Estos ambientes exondan hacia el oeste donde reciben el aporte de un vulcanismo tholeítico que se ha iniciado con derrames espiliticos y evoluciona hacia términos definitivamente calcoalcalinos (Coira et al. 1982). La sucesión deposicional es eminentemente epiclástica, con neto predominio de areniscas y lutitas en las secciones conocidas. Las yacencias mineralizadas que se insertan en los estratos ordovícicos permiten diferenciar tres subtipos:

4.1. Depósitos estratiformes en altos estructurales (Pb-Zn-Ba)

Son depósitos asociados a las escasas litofacies ortocuarcita-carbonato conocidas en el Ordovícico más temprano del norte argentino. Incluyen las yacencias de la sierra de Aguilar ubicadas paleogeográficamente en altos estructurales de la cuenca cambro-ordovícica. Al presente, la sierra de Aguilar configura un horst de elongación norte-sur que se

extiende unos 60 km por el límite oeste de la Cordillera Oriental, en la provincia de Jujuy. Consiste en un núcleo plegado de sedimentitas paleozoicas marinas penetradas por los granitos cretácicos de Aguilar y Abra Laite. Existen numerosas ocurrencias de Pb y Zn (minas Tapada, Aguilar, Oriental, Esperanza, Hueco, Zarzo, Quera, Toldo, Pozo Bravo, etcétera). La mineralización principal (blenda, pirita, galena, pirrotina) yace básicamente en las Formaciones Cuarcitas Aguilar y Padrioc, cuyos protolitos sedimentarios y sedimentitas se depositaron en el Ordovícico Inferior, y en menor grado se extiende a las Formaciones Despensa y Acoite, esta última con fósiles arenigianos (Alonso et al. 1982). Se ha identificado una concentración primaria de minerales metalíferos, de naturaleza singenética, que se vincula con la existencia de trampas biogeoquímicas litorales activas en el Tremadociano (Sureda y Amstutz 1981). La mayor parte de los depósitos han sufrido metamorfismo de contacto, con diferente intensidad, durante la intrusión de los granitos. Las modificaciones metamórficas sobre las rocas psamopelíticas, calizas y menas son responsables de una variada mineralogía que supera las sesenta especies reconocidas (Brodtkorb et al. 1978).

En mina Aguilar, la sección estratigráfica favorable comprende unos 200 metros de espesor correspondiente a la Formación Cuarcitas Aguilar, configurando una estructura homoclinal mayor, buzante 70° al oeste, sección que se extiende por unos 2,5 km en el borde suroccidental del Granito Aguilar. Dentro de esta sección, las unidades mineralizadas conforman 9 o 10 cuerpos concordantes, tabulares o elipsoidales, cuyas dimensiones oscilan entre 150 a 1000 metros de longitud, 50 a 300 metros de ancho y 5 a 80 metros de potencia. Estas unidades son subparalelas y sus ejes principales, de rumbo groseramente meridiano, se hunden suavemente hacia el sur. El conjunto se encuentra plegado y metamorfozido, cruzado por fracturas

de diferente edad y desplazamiento, lo cual dificulta considerablemente las tareas mineras. La mineralización yace en metacuarcitas, skarn y corneanas con diversas presentaciones texturales mesocópicas. Predominan las menas en brechas y bandeadas, luego la mineralización diseminada, mientras que el relleno de fisuras y las menas macizas de sulfuros son poco abundantes. Se reconocen asociaciones con metamorfismo sin removilización, con metamorfismo y removilización y localmente asociaciones epigenéticas con aportes metasomáticos o hidrotermales. Las asociaciones descendentes o supergénicas carecen de relevancia.

Mina Aguilar es uno de los principales centros mineros de la Argentina (Spencer 1950) y ha proporcionado más de 20×10^6 t de menas de Pb y Zn en los últimos cincuenta años. La producción oscila en 2000 a 2100 t/día de mena con un promedio de 5,5% Pb, 6,2% Zn y 60-110 g/t Ag. La explotación, de carácter subterráneo y a 4400 m.s.n.m., incluye unos 80 km de galerías en 20 niveles y algunas labores superiores a cielo abierto que facilitan una notable exposición de la mineralización y las estructuras geológicas. Una planta de flotación en El Aguilar proporciona concentrados de ZnS y PbS. Parte de la producción, tanto en concentrados como en lingotes de plomo y zinc, se destina a la exportación.

4.2. Campos filonianos de Pb-Zn-Ba (Cu)

En la región de la Cordillera Oriental limítrofe con Bolivia yacen numerosas manifestaciones filonianas de plomo y zinc, en ganga de cuarzo, baritina y ankerita, alojadas en formaciones sedimentarias ordovícicas. La extensión del metalotecto a lo largo de la Cordillera Oriental argentino-boliviana, se observa por 500 km entre las ciudades de Salta y Sucre. Incluye los distritos mineros de Tupiza, Santa Victoria y Pumahuasi, estos últimos en territorio argentino.

El distrito Pumahuasi-Cangrejillos se ubica al SE de la Quiaca donde ocupa un área de 120 km^2 con numerosas vetas de Pb y Zn emplazadas en areniscas y lutitas

de la Formación Acoite (Beder 1928, Cosentino 1974). Estructuralmente, el área configura un graben delimitado al oeste por una extensa fractura regional de rumbo NN0-SSE que pone en contacto las sedimentitas ordovícicas con una sección de areniscas y conglomerados continentales cretácicos del Subgrupo Pirgua, inalterado y estéril. En el distrito minero la yacencia de las vetas es consecuente con el modelo de plegamiento y fracturación que afecta a la Formación Acoite, sin relación directa con cuerpos extrusivos o intrusivos. Los ejes de los pliegues tienen dirección general norte-sur y la mineralización muestra una correspondencia directa con la intensidad de la deformación. Las vetas de las minas Bélgica, Pulpera, San Marcial, Sol de Mayo y General Leman yacen en fracturas tensionales, normales a los ejes de plegamiento. Las vetas de las minas Pumahuasi, Nueva y La Perla pertenecen a las fracturas de cizalla que forman ángulos variables entre 40° y 60° con el eje principal de esfuerzo. Los filones tienen corridas entre 200 y 300 metros, son subverticales y muestran una potencia media de 0,50 metros. La mineralogía es simple: blenda, galena y pirita con pequeñas inclusiones de calco pirita, tetraedrita, arsenopirita y un contenido de plata muy bajo, inferior a 100 g/t. Es notable la presencia de anomalías de plomo y zinc en las lutitas carbonosas de los afloramientos de la Formación Acoite con valores máximos de 4500 partes por millón. La alteración hidrotermal, prácticamente inexistente, se limita a escasa sílice, clorita y sericita en las salbandas. Con frecuencia las secciones más deformadas de la Formación Acoite se encuentran disectadas por numerosas venillas de cuarzo y baritina, concordantes o discordantes con la estratificación. La deformación y el emplazamiento epigénico de las vetas se asignan a una fase diastrófica previa al depósito del Subgrupo Pirgua. Este conjunto ha sido dislocado con los importantes movimientos del ciclo Andino.

El distrito Santa Victoria, 70 km al este de la Quiaca, es muy semejante a

Pumahuasi-Cangrejillos y se encuentra en la vertiente oriental de la sierra de Santa Victoria. Las vetas de las minas Poscaya, Mono Abra, Santa Rosa, Vizcachani y La Ciénaga, con las manifestaciones menores Vizcachani Norte, Elisabeth, Don Alberto Puca Aipa, María Elena, San Cayetano y María Marquesa entre otras, encajan en las formaciones ordovícicas con rumbos preferentemente NO-SE. La mineralogía, corrida y potencia media de estas vetas son similares a las descriptas precedentemente. Pese a la naturaleza epigenética de las vetas, los datos isotópicos preliminares obtenidos sobre plomo son compatibles con la filiación exógena de la mineralización (Brown 1962) mientras que los correspondientes a Sr^{87}/Sr^{86} sobre baritina evidencian circulación de soluciones hidrotermales de origen anatéctico. Este subtipo se interpreta provisoriamente como movilizaciones de origen tectomagmático sobre preconcentraciones sedimentarias del Ordovícico Inferior.

En algunas vetas de este apartado, la baritina constituye la mena y su explotación y reservas participan como un renglón destacado en la minería regional. Después de Neuquén, la provincia de Jujuy extrae la mayor cantidad de baritina en Argentina y su producción se destina casi exclusivamente a la perforación de pozos petrolíferos. Las mayores reservas de la región, estimadas en 2×10^6 t, pertenecen a la mina Mono Abra (Meilán 1980, Argañaraz 1982).

4.3. Campos filonianos y depósitos distales de Au, Fe y Cu

Las manifestaciones de este apartado se encuentran en su mayoría localizadas en las áreas distales, profundas, de la cuenca ordovícica de la Puna argentina. Se pueden seguir desde el límite argentino-boliviano --distritos Santa Catalina y Rinconada-- hacia el sur donde su punto de culminación es la mina Incahuasi, en la Puna catamarqueña. Los depósitos están formados por vetas, vénulas o gufas ramificadas de cuarzo blanco, con frecuencia teñido por ocre limoníticos. Las vetas se alojan en

lutitas, pizarras y areniscas con potencias muy variables, generalmente decimétricas, aunque pueden alcanzar 8 metros como en la mina Rinconada de Jujuy. Estructuralmente no existe una relación definida entre la deformación y el emplazamiento. Áreas fuertemente deformadas incluyen por igual vetas y cajas, en cambio, otras ocurrencias no muestran perturbación tectónica. La mineralogía es sencilla: oro libre en cuarzo, pirita y ocasionalmente calcopirita y arsenopirita. Por regla común los filones potentes son pobres en oro y a la inversa, ricos los veneros delgados. Son conocidas las pertenencias mineras Casablanca, Azules, San Francisco, Oratorio, Timón Cruz, Yankana, El Cóndor, La Argentina y La Descubridora entre otras. Los registros históricos de producción sobre veta muestran leyes muy variables entre 2 y 304 g/t Au. Con frecuencia las lutitas de la Formación Acoite contienen tenores elevados de oro. En algunos depósitos las vénulas de cuarzo podrían responder a fenómenos de exudación o secreción lateral en un campo diagenético avanzado. Generalmente, estos filones auríferos son fuente de placeres fósiles y recientes (Kittl 1925).

Las vetas cupríferas pertenecientes a este subtipo son numerosas en la provincia de Jujuy; en la quebrada de Humahuaca y en el cordón de Escaya (Ahlfeld 1948, Turner 1958, Chomnals 1975, 1976, Chomnals y Giuliani 1978). Por lo común, la distribución de mineral no se limita a las vetas y se extiende en ramificaciones cuarzosas por las microfisuras y planos de fisilidad de las lutitas. Pirita y calcopirita son los minerales principales, la bornita es escasa y en los limitados reemplazos supergénicos abundan calcosina, covellina y malaquita. Se han detectado algunas anomalías y mineralizaciones con Pb, Zn, Mn y Sn. Los depósitos, de filiación endógena, se relacionan con las rocas volcánicas y volcanoclásticas descriptas en los ambientes distales del mar ordovícico durante el Arenigiano-Llanvirniano (Schwab 1971, Coira 1973, 1975). Se

interpretan como manifestaciones exhalativas de la fase Guandacólica en la Puna argentina y boliviana. El magmatismo del ciclo Famatiniano, asociado con los movimientos guandacólicos ha tenido singular relevancia en el Paleozoico (Salfity et al. 1984). Las litofacies serían parte de un arco volcánico tholeítico muy extenso de casi 1300 km de longitud entre Cochabamba y La Rioja, en el Ordovícico Medio (Coira et al. 1982).

5. Faja metamórfica aluminosa

Desde la latitud del salar de Pastos Grandes en el norte de la Puna austral y en dirección al sur, se conocen afloramientos de rocas metamórficas que, puntual y repetidamente, presentan concentraciones anómalas de silicatos de aluminio. La cantera La Esperada y los alrededores de Ochaqui contienen estas manifestaciones septentrionales bajo la forma de andalucita, en cristales pardo rojizos que suelen superar los 10 cm de largo, desarrollados preferentemente en los contactos entre esquistos y vetas cuarzosas. El metalotecto queda cartográficamente comprendido en un complejo cristalofílico, de elongación meridiana, conocido como Formación Oire (Turner 1960b), el cual penetra profundamente por el sur en la provincia de Catamarca y pertenece al ambiente de las Sierras Pampeanas Septentrionales.

Al oeste de Tacuil, en los parajes del cerro Blanco y Barrancas próximos al límite provincial Salta-Catamarca, existen acumulaciones de sillimanita que han sido objeto de los primeros estudios (Hayase y Prozzi 1966, 1970, Pagés 1967). La sillimanita se encuentra asociada a esquistos micáceos en presentaciones de varios tipos, generalmente como nódulos y venas de cuarzo concordantes, donde forma haces de hábito fibroso a prismático. Hermosos ejemplares de cianita, en muestras de grandes dimensiones formadas por agregados cristalinos puros de fibras largas, proceden de afloramientos ubicados en el paraje Vicuña Muerta en las proximidades del cordón del Oire Grande, al oeste de Luracatao.

La formación de los depósitos ha sido atribuida a un proceso de varias etapas que incluye metamorfismo regional de sedimentos pelíticos, hidrotermalización difusa del producto, quizás con catalización producida por boro y reacciones consecuentes que involucran transformación de biotita, feldespato y moscovita en silicatos de aluminio y cuarzo, con migración del feldespato remanente. La amplitud del campo de metamorfismo regional hacia el oeste alcanza el cordón de Copalayo, afectando los sedimentos pelíticos y arenosos del Ordovícico Inferior marino (Formación Copalayo, Formación Falda Ciénaga y equivalentes), (Viramonte et al. 1975).

La edad del metalotecto, en sincronismo con el evento metamórfico, correspondería al Ordovícico Medio (472 m.a.) conforme a las dataciones geocronométricas de la Formación Oire en la Puna Austral (Omarini et al. 1984). Esta edad coincide con el clímax de la evolución termo-metamórfica del basamento de las Sierras Pampeanas Septentrionales durante el ciclo orogénico Famatiniano (Aceñolaza et al. 1980). De esta manera el metalotecto forma parte del basamento configurando una faja de longitud considerable mediante la cual numerosas entidades protolíticas eopaleozoicas se han incorporado al Cratógeno Central Argentino. A pesar del incipiente conocimiento de esta faja metamórfica, su extensión permite valorar la importancia potencial del metalotecto como proveedor de materiales refractarios aluminosos.

6. Fosforitas en litofacies de plataforma

Las manifestaciones de fosforitas se intercalan en niveles sedimentarios marinos del Ordovícico Medio a Superior (Llanvirniano-Caradociano). El metalotecto se extiende por el borde occidental de las Sierras Subandinas, desde la sierra de Zapla a la cordillera de Cochabamba en Bolivia, a lo largo de 700 km de elongación meridiana (Leanza 1972).

Son concentraciones biogénicas liga-

das a la tanatocenosis del braquiópodo *Lingula*, de conchillas fofáticas, que yacen en determinados niveles, con preferencia pertenecientes a las ortocuarcitas grises de las Formaciones Labrado y Centinela (Mastandrea y Leanza 1975). Las prospecciones realizadas sobre una franja de 220 km de largo, entre el río Capillas en Jujuy y la frontera boliviana, han permitido seleccionar siete áreas favorables ubicadas en las quebradas de los ríos Rangel, Ocloyas, Porongal, Alisar, Iruya, Negro y Condado (Pancetti et al. 1975). Investigaciones recientes amplían la antigüedad del metalotecto al Ordovícico Inferior con la identificación de fosforitas pertenecientes a las formaciones Casayoc y Azul Pampa --Tremadociano inferior-Arenigiano superior-- en la Cordillera Oriental de la provincia de Jujuy (Fernández 1983).

Estas fosforitas bioclásticas de plataforma son irregulares en su yacencia y altamente erráticas en su ley mineral, con máximos de 17% de P_2O_5 . Los bancos tienen en su mayoría espesores entre pocos centímetros a un metro; sólo en una sección se han medido 2,5 metros. Existe un cierto contraste con las tipologías de fosforitas químicas depositadas en ambientes marinos favorables, con tenores del 30% de P_2O_5 , que constituyen las principales fuentes de fósforo en el mundo. Sin embargo es posible, con los actuales requerimientos de fertilizantes, explotar las ocurrencias más favorecidas en volumen, contenido y ubicación geográfica.

7. Hierro sedimentario marino

Este importante metalotecto está representado por depósitos oolíticos de hierro a lo largo de una franja litoral situada en el borde oeste de la ingresión marina del Silúrico Inferior (Formación Zapla), (Schlaginweit 1943, Angelelli 1946). Los horizontes ferríferos son varios, pero se destacan dos principales ubicados hacia la base de la Formación Lipeón. Esta entidad muestra sedimentitas clásticas finas, wackas y limolitas grises o verdes, y se apoya sobre las turbiditas y diamictitas de

la Formación Zapla. Ambas unidades tienen idéntica expansión areal e integran un ciclo sedimentario único que se prolonga en tiempos devónicos.

El examen paleogeográfico revela una cuenca que se extiende por centenares de kilómetros desde el sur del Perú hasta el subsuelo de Santiago del Estero en la Argentina. La Formación Zapla tiene un espesor máximo de 755 metros en su depocentro de Potosí, Bolivia. En nuestro país los afloramientos silúricos comprenden el ámbito de las Sierras Subandinas desde el límite internacional hasta la sierra del Gallo en Salta. Existen asomos ferríferos en las sierras de Zapla, Puesto Viejo, Santa Bárbara, Centinela, Calilegua, Zenta, Cinco Picachos y Santa Victoria (Lurgo 1974, Chomnals 1978a, Boso comunicación personal). Por su proximidad a los centros urbanos y excelencia de la infraestructura disponible, se destacan los depósitos de Zapla y Puesto Viejo en Jujuy, y Unchimé en Salta.

La formación de la mena habría tenido lugar en dos etapas. La primera incluye la precipitación del hierro, bajo un clima subtropical a tropical húmedo, como silicato (chamosita) o carbonato (siderita) en un ambiente reductor poco profundo, con un aporte terrígeno a la franja litoral desde el oeste. Se llega así a una roca primaria, arenisca wackica chamosítica, con oolitas, paraclastos, litoclastos y una ley baja; 20 al 30% de Fe_2O_3 . La segunda etapa, de naturaleza diagenética, implica un ambiente oxidante y de acentuada acidez con expulsión de sílice de la roca, reemplazo por hematita y condensación de la matriz pelítica (Bossi y Viramonte 1975). El contenido de hematita crece de un 5% a un 80% y la ley de la mena puede alcanzar el 58% de Fe_2O_3 .

La mina 9 de Octubre, en el flanco oeste del anticlinal de la sierra de Zapla, explota actualmente el horizonte ferrífero principal. El banco tiene una potencia promedio entre 1 a 2 metros, una ley de 47% de Fe_2O_3 y 0,9% de P_2O_5 . Las minas 9 de Octubre y Puesto Viejo producen 20.000 t/mes de concentrados de

hierro destinados a los altos hornos de Palpalá. Los recursos potenciales son considerables, pero pueden cubrir la demanda previsible de la industria siderúrgica únicamente con menas de hierro de baja ley.

8. Pegmatitas graníticas

Los diferenciados filonianos graníticos de naturaleza simple que son portadores de mica comercial y berilo, se distribuyen saltuariamente en el flanco sudoriental de la Puna salteña y se extienden de igual modo en el extremo norte de las Sierras Pampeanas. Se los encuentra en el Cordón de Centenario y en los Nevados de Luracatao desde el área de Ochaqui hasta el sur del cerro Blanco. El metalotecto comprende las pegmatitas postcinemáticas cuyo emplazamiento ha acontecido, en el Devónico-Carbónico, con el cierre del ciclo Famatiniano y supone un sincronismo aceptable con los picos de actividad magmática posttectónica en las Sierras Pampeanas Meridionales (G3 de Kilmurray y Dalla Salda 1977, Ramos y Ramos 1979). Un dato geocronológico obtenido sobre moscovita de las pegmatitas de Tarón en Salta las incluye en esta unidad.

Las pegmatitas micacíferas de Centenario penetran forzosamente los esquistos metamórficos de grado medio a alto de la Formación Oire (Viramonte et al. 1975). Son cuerpos tabulares, semiconcordantes, de rumbo general meridiano, potencias de uno a dos metros y corridas promedio de 10-20 metros que excepcionalmente llegan a 100-200 metros (Turner 1964b). En general son pegmatitas azonales constituidas esencialmente por cuarzo, microclino perfitico, plagioclasa, moscovita y chorlo. Pegmatitas productoras de moscovita de mineralogía similar, pero no más ricas en feldespato potásico, han sido explotadas en la corrida norte de la sierra del Cajón, al SO de Cafayate, en un contexto geológico semejante. Tienen relaciones largo/espesor menores y geometría irregular.

Entre Tacuil y salar de Diablillo, en la zona del cerro Blanco, existen pegmatitas en grandes dimensiones con corridas

del orden de miles de metros y potencias de hasta 25 metros (Castillo 1978). Tienen contactos netos, escaso desarrollo zoneográfico y están compuestas por cuarzo, microclino, moscovita, biotita, turmalina, berilo, granate y apatita. Grandes prismas de berilo azulado que ocurren en la zona intermedia le otorgan a estos cuerpos cierto significado económico.

También se ubican provisionalmente en esta unidad los curiosos veneros de cuarzo con tantalita, uranomicrolita e ilmenita-hematita, alojados en los esquistos metamórficos de Guaichar, al este del salar del Hombre Muerto en Salta (Cortelezzi y Argañaraz 1981). Por el momento las edades radiométricas disponibles son insuficientes para delimitar las diferentes poblaciones de pegmatitas paleozoicas.

9. Ultrabasitas alcalinas

Los filones ultrabásicos de Los Alisos, en las Sierras Subandinas de la provincia de Salta, originalmente descritos como alnoítas (Méndez y Villar 1975) y posteriormente denominados kimberlitas micáceas (Villar et al. 1981), constituyen una expresión atípica del magmatismo del norte argentino. Estos diques concordantes subverticales, con potencias de hasta 50 metros y corridas de varios kilómetros alineadas al NO, intruyen areniscas cuarzosas paleozoicas con desarrollo de termometamorfismo y cierta diferenciación metamórfica.

Las rocas son kimberlitas micáceas con orientaciones crípticas compuestas por flogopita, forsterita, diópsido, granates y cantidades menores de perovskita, calcita, magnetita, ilmenita, picrotina, millerita, entre otros minerales. Diferenciados venulares lamprofíricos potásicos con calcita, flogopita, serpentina, katoforita, leucita, kaersutita, etcétera, atraviesan discordantemente las kimberlitas. La asociación constituye una serie plutónica ultrabásica hipabisal, alcalina y potásica, que se vincula regionalmente, a través de un arco magmático de disposición submeridiana convexo al este, con manifestaciones ultrabásicas perovskíticas bolivianas como las de Tarija, Ollakasa, Carpacayma y Machamarca (Villar et al. 1981).

Una datación K/Ar que proporcionó una edad de 303 ± 10 m.a. (Méndez y Villar 1977) incluye el metalotecto en esta época metalogénica. Sin embargo, conforme a las edades de rocas equivalentes situadas en Bolivia y a la naturaleza dominante del magmatismo cretácico, sería prematuro descartar la hipótesis original (1975) de los autores citados al proponer esta correlación. Su importancia es meramente potencial y está fundamentada en la yacencia y propiedades semejantes que tienen las rocas diamantíferas de Basutoland, Africa.

EPOCA METALOGENICA II (Cretácico-Eoceno)

En el dilatado marco temporal comprendido por el ciclo orogénico Andino, los autores distinguen dos épocas metalogénicas en razón del acusado contraste geodinámico que muestra la historia geológica previa y posterior a la fase diástrófica Incaica. Durante el Jurásico-Cretácico Inferior y con el desarrollo inicial de un margen continental activo, surge en territorio chileno un arco volcánico hacia el oeste y una cuenca de retroarco oriental parcialmente colmatada por sedimentos terrígenos procedentes del este (Coira et al. 1982). Estas comarcas positivas están sujetas al ascenso epeirogénico y son afectadas por un plutonismo alcalino --descrito como metalotecto 10-- cuya extensión en otros países (Darbyshire y Fletcher 1979) se relaciona con los estadios iniciales de la apertura del Atlántico Sur.

En territorio argentino, con posterioridad a la fase Catanilílica, acontece una riftogénesis intracratónica que origina un sistema interconectado de subcuencas táfricas (figura 2). En un campo local de fuerzas distensivas y atenuamiento cortical, ello favorece la emergencia de un magmatismo de naturaleza alcalina e importancia regional ya sospechada por Quartino (1960). La Epoca Metalogénica II comprende el ambiente descrito y abarca el lapso deposicional del Grupo Salta (Turner 1959), cuya sedimentación se inicia a partir del Valanginiense. En la base, los conglomerados y

areniscas rojas del Subgrupo Pirgua, con espesores máximos de 4000 metros registrados en la subcuenca de Alemania, Salta, albergan un vulcanismo basáltico alcalino agrupado en dos ciclos efusivos (Salfity 1982). La comarca se cubre posteriormente, en régimen transgresivo, por sedimentos epiclásticos claros, calizas y margas que precipitan en aguas someras de cuerpos lacustres salobres. Son los depósitos del Subgrupo Balbuena (Moreno 1970) que integran las Formaciones Lecho, Pala Pala, Yacoraite y Olmedo. El Subgrupo alcanza espesores máximos de 1000 metros en el depocentro Lomas de Olmedo, durante el intervalo Maastrichtiano - Daniano, e incluye las vulcanitas pertenecientes al tercer ciclo efusivo de la cuenca (Omarini et al. 1984). El ciclo sedimentario se cierra con el depósito del Subgrupo Santa Bárbara en espesores inferiores a los 1200 metros durante el Paleoceno-Eoceno. Comprende fangolitas, margas y arcilitas de ambientes paráliticos y fluvial distal de baja energía. La extensión de la cuenca ocupada por el Grupo Salta en la Argentina es del orden de los 200.000 km^2 a través de las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán.

La época metalogénica concluye en el Eoceno Medio con la fase Incaica, la cual oblitera en estas comarcas el cuadro evolutivo de riftogénesis descripto y le sobreimpone un marco tectónico compresivo. En el lapso que abarca se han identificado cuatro metalotectos cuya importancia económica es relativa e incierta, si debemos excluir del inventario los combustibles fósiles y nucleares. Dos de ellos son de filiación magmática y los dos restantes, con interesantes mineralizaciones de U, Cu, Pb y Zn, están vinculados mayoritariamente al ciclo exógeno y estratoligados a unidades formacionales del Grupo Salta.

10. Plutonitas alcalinas

El magmatismo en tiempos cretácicos se relaciona con un marco tectónico distensivo, marcadamente tafrogénico, que en el borde oriental de la Puna está representado por plutonitas epizonales como las de Cobres, Tusaquillas, Abra

Laite y Aguilar. El metalotecto se identifica con estas plutonitas alcalinas anómalas en Th (Nb-W) y tierras raras, aún poco estudiadas desde el punto de vista económico.

El stock de Cobres comprende unos 15 km² de afloramientos ubicados 60 km al norte de San Antonio de los Cobres en la provincia de Salta. Se trata de un complejo parcialmente expuesto constituido por granitos y sienitas alcalinas, el cual intruye grauwacas, cuarcitas y pelitas cambro-ordovícicas y ha proporcionado edades radiométricas cretácicas (Halpern y Latorre 1973, Toselli y Rossi de Toselli 1977). Genéticamente relacionado con su emplazamiento existe un sistema de hidrotermalitos vetiformes distribuidos en un área de 18 km de largo por 5 km de ancho conformando el distrito minero de Rangel. Los filones se agrupan con rumbos N50°E y buzamientos de 35 a 75° al NO. Las potencias varían de 0,2 a 3 metros con una media de 0,8-1 metro (Villar Fabre et al. 1957). La mineralización consiste en un relleno brechoso de fracturas que contienen torita, torogummita, galena, calcopirita, pirita en ganga de cuarzo, baritina, carbonatos, oligisto y feldespato potásico. Las reservas conocidas del distrito se acercan a las 300.000 t con una ley media de 0,26% de ThO₂.

A este metalotecto pertenecen también las manifestaciones de wolframio de Tusaquillas y Liquinaste en Jujuy. Se trata de schlieren aplíticos, con wolframita, oligisto, moscovita y cuarzo, segregados neumatolíticamente de los granitos que participan del batolito de Tusaquillas (Ahlfeld 1948). Dataciones radiométricas de los plutones de Tusaquillas, Abra Laite y Aguilar revelan sus relaciones isocrónicas (Linares 1975, 1977, 1979). Las potencialidades del metalotecto no se habrían agotado en las exploraciones realizadas. Las facies graníticas del complejo alcalino de Cobres contienen pirocloro en pequeños cristales (Toselli y Rossi de Toselli 1977), detalle que unido a los fenómenos de albitización en las rocas riebeckíticas y a una metalogénesis persistente en el tiempo del par

Nb-Ta en la región noroeste, hacen promisoría la perspectiva de hallar depósitos de metales raros similares a los descritos por Vlassov (1968).

11. Filones polimetálicos (U, Ni, Co, Bi, Ag, Cu, Pb, Zn)

En ambiente geológico de Cordillera Oriental, en ambos faldeos de la Sierra de Santa Victoria, existe un reducido número de filones polimetálicos --U, Ni, Co, Bi, Ag, Cu, Pb, Zn-- que muestran una compleja paragénesis mineral (Brodtkorb 1965, 1972, 1973).

Las vetas conocidas pertenecen a las minas Romicruz en Jujuy, La Niquelina, La Esperanza y Quirusillal en Salta, las cuales penetran areniscas y lutitas del Paleozoico Inferior-Precámbrico. La mineralización, en ganga de cuarzo y baritina, es de carácter mesothermal y comienza con un depósito de escaso volumen formado por minerales de U, Ni, Co, Bi y Ag; para continuar con la cristalización principal de sulfuros de cobre, plomo y zinc. Se han identificado veinte especies minerales metalíferas primarias entre las que se destacan calcosina, calcopirita, bornita, tetraedrita, pirita, niquelina, galena, blenda y pechblenda.

El metalotecto se vincula con el magmatismo alcalino de esta época mediante dos dataciones geocronométricas U/Pb obtenidas sobre pechblendas de las minas Quirusillal y La Niquelina, 65 ± 5 m.a. y 169 ± 10 m.a. respectivamente (Stipanovich y Linares 1967, Linares 1961). Las pequeñas dimensiones de los depósitos y sus relaciones genéticas no permiten asignarle mayores perspectivas económicas.

12. Depósitos estratoligados en areniscas

Representan las manifestaciones de U, Cu, V (Pb, Zn) relacionadas con areniscas continentales pertenecientes al ciclo sedimentario del Grupo Salta. Diversas áreas localizadas en regiones marginales de la cuenca cretácica muestran depósitos peneconcordantes asociados a fenómenos de biorhexistasia y con destacados controles estratigráficos (Reinoso 1980). Otros depósitos en areniscas yacen en conexión con lineamientos tectónicos y vulcanitas alcalinas cretácicas. Se observa que los

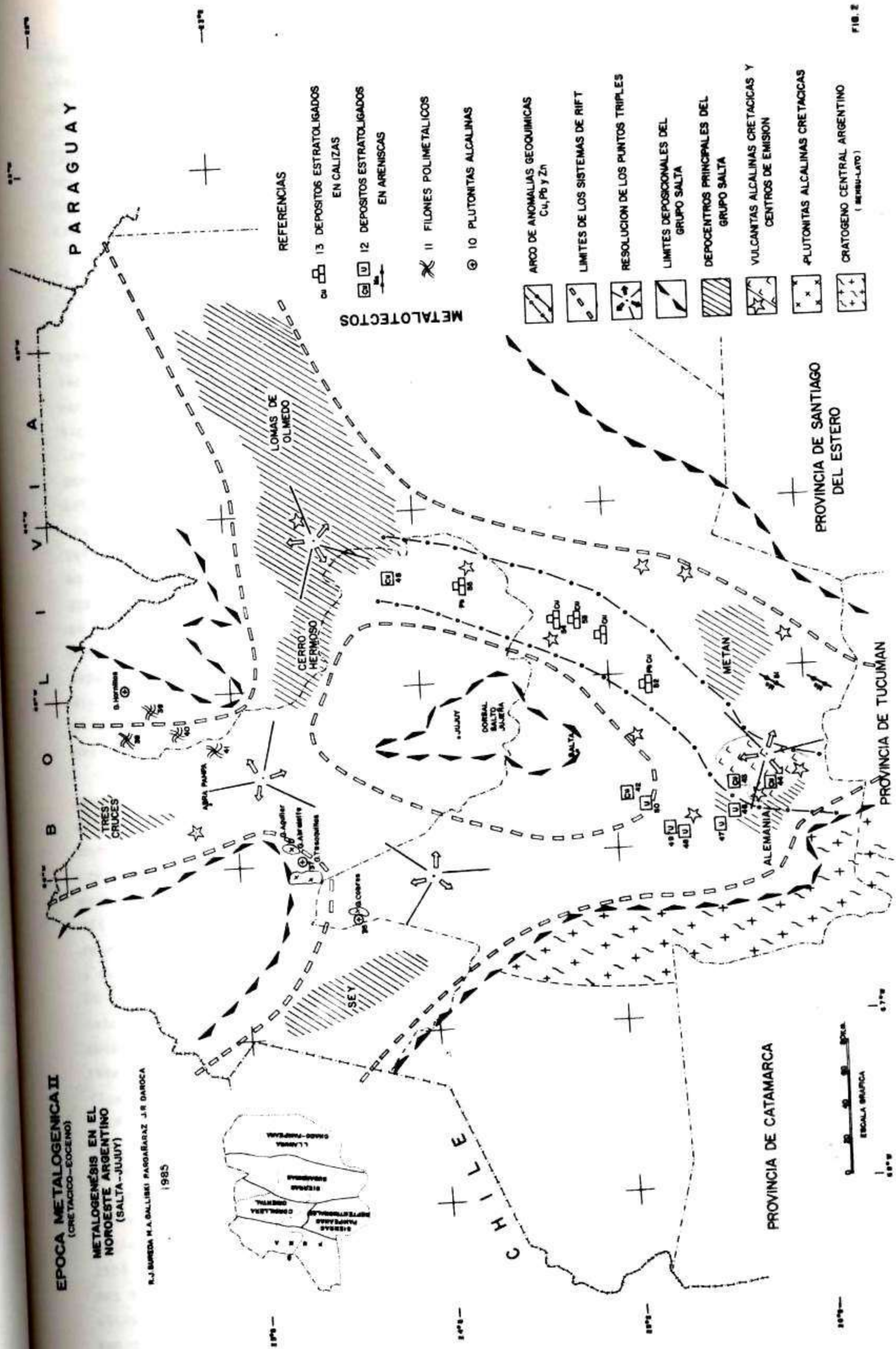
EPOCA METALOGENICA II

(CRETACICO-EOCENO)

METALOGENESIS EN EL NOROESTE ARGENTINO (SALTA-JUJUY)

R.J. BUREDA M.A. GALLIBISI PAGOZARAZ J.R. DAROCA

1985



METALOTECTOS

REFERENCIAS

- 13 DEPOSITOS ESTRATOLIGADOS EN CALIZAS
- 12 DEPOSITOS ESTRATOLIGADOS EN ARENSCAS
- 11 FILONES POLIMETALICOS
- 10 PLUTONITAS ALCALINAS

- ARCO DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS Cu, Pb y Zn
- LIMITES DE LOS SISTEMAS DE RIFT
- RESOLUCION DE LOS PUNTOS TRIPLES
- LIMITES DEPOSICIONALES DEL GRUPO SALTA
- DEPOSITOS PRINCIPALES DEL GRUPO SALTA
- VULCANITAS ALCALINAS CRETACICAS Y CENTROS DE EMISION
- PLUTONITAS ALCALINAS CRETACICAS
- CRATOGENO CENTRAL ARGENTINO (MENDOZA-LATO)

depósitos cupríferos estratoligados en areniscas pertenecen a las formaciones cretácicas y a las facies regresivas del ciclo sedimentario durante el Cenozoico (Subgrupo Santa Bárbara). En apretado resumen se consideran las principales ocurrencias conocidas agrupadas en cuatro tipologías subordinadas:

12.1. Depósitos peneconcordantes de Cu (U, V)

Configuran mineralizaciones muy características, tipo "capas rojas", localizadas preferentemente en los sedimentos rojos del Subgrupo Pirgua, con algunas yacencias en litofacies equivalentes de otras unidades. Muestran una geometría deposicional concordante y están genéticamente vinculados con procesos locales de reducción y captura de cationes metálicos por restos orgánicos en sedimentos continentales, sedimentos que por regla general se han depositado en ambientes de redox positivo y alta energía. Son frecuentes las migraciones supergénicas posteriores que incluyen la dispersión y el redepósito de minerales oxidados a partir de las preconcentraciones originales.

La mineralización cementa areniscas, arcosas y conglomerados, de baja selección y madurez, con calcosina, cuprita, bornita, calcopirita, pirita, covellina, cobre nativo, brochantita, malaquita, azurita, pechblenda, entre las especies más comunes. Los depósitos son pequeños, de reducidas posibilidades económicas y donde el cobre es el metal dominante. En parte se relacionan con el relieve inicial de la cuenca, otros depósitos se ubican en cuerpos psefíticos, lentiformes, interpretados como paleocauces de ambiente fluvial proximal y algunos lo hacen en sucesiones epiclásticas rítmicas, monótonas, de severo control estratigráfico. Entre las manifestaciones conocidas cabe citar Custodio, Salamanca, San Martín, Santa Isabel, Martín Bronce, María Elena, Cajoncillo (Rodríguez 1981, Avila et al. 1984, Sureda et al. 1984). Exploraciones mineras en Custodio, uno de los depósitos más promisorios de este metalotecto, han definido 152.000 t de reservas con

0.7% de Cu (Morello 1983), ubicadas en niveles del Subgrupo Santa Bárbara.

12.2. Depósitos peneconcordantes de U (Cu, V)

Se ubican preferentemente en las litofacies arenosas y lutíticas de la Formación Yacoraite en la subcuenca salteña del Tonco y en el llamado nivel mineralizado regional de la Formación Lecho (Pozzo 1962, Santomero 1965, Brodtkorb y Schalamuk 1981 y Salinas et al. 1982). Las fuentes de procedencia de los metales y el material terrígeno deben buscarse en la denudación del basamento cristalofílico del Cratógeno Central Argentino, entidad positiva que limitaba por el sur y el suroeste el depocentro del Tonco en tiempos cretácicos. El depósito inicial se asocia a la captura del uranio y otros cationes metálicos en los sedimentos pelíticos de un ambiente reductor rico en materia orgánica. La migración epigénica, posterior a la basculación tectónica de la columna sedimentaria, es un fenómeno muy frecuente que difunde minerales oxidados de uranio y cobre en horizontes psamíticos y origina cuerpos de mena elongados paralelamente a la dirección de buzamiento de los estratos portadores. Predominan los minerales secundarios de uranio: autunita, metaautunita, carnotita, tyuyamunita, fosfouranilita, uranofano, con escasa pechblenda y schrockingerita (Toubes 1969).

Los yacimientos nucleares incluidos en este subtipo son los depósitos de mayor valor económico del metalotecto y representan cuerpos mineralizados de pequeño a mediano tonelaje. Se han desarrollado las minas Don Otto con 479.906 t de mineral extraído a una ley media de 0,99% de U_3O_8 y 203.577 t de reservas remanentes con ley de 1,06% de U_3O_8 ; Pedro Nicolás con 1509 t de mineral cubado a una ley media de 0,83% de U_3O_8 ; Los Berthos con 300.016 t de reservas a una ley media de 1,42% de U_3O_8 y Martín Miguel de Güemes con 13.499 t extraídas a 0,74% y reservas de 32.620 t con ley media de 1,10% de U_3O_8 , todas ubicadas en la estructura sinclinal del valle del Tonco. La aparente inconsistencia entre las leyes del mineral extraído en relación con las reservas

remanentes obedece a que las primeras corresponden a leyes de la carga en la pila de tratamiento de la planta de beneficio --lo cual implica diluciones de hasta el 20%, en especial por los métodos de explotación utilizados de realce sobre saca-- y las segundas son las leyes de los bancos mineralizados normalizadas al metro de potencia (Figueroa, R., comunicación personal).

Los cuerpos de mena son tabulares, con cordantes y sus dimensiones oscilan entre 100 a 2000 metros de longitud, 10 a 250 metros de ancho por 0,50 a 1,70 metros de espesor intercalados en niveles arenosos del tercio superior de la Formación Yacoraite. La mina Emmy en el vecino sinclinal de Amblayo y las manifestaciones menores Carrizalillo, El Desecho y El Leñadero, yacen en idéntica posición estratigráfica. En el nivel mineralizado regional de la Formación Lecho se encuentran los depósitos Sunchales, Pepe Luis y Cuesta de Bala (Salinas et al. 1981).

12.3. Depósitos estratoligados de filiación magmática (Cu, Ag, Pb, Zn, Fe, Mn)

Estas mineralizaciones yacen en las areniscas rojas y los conglomerados del Subgrupo Pirgua. Son de naturaleza epigénica y están espacialmente relacionadas a los derrames de basaltos alcalinos del Cretácico descritos por Reyes et al. (1975). Se conocen solamente algunas manifestaciones, mayormente cupríferas, de reducido volumen y variada geometría deposicional. Hay filones en ganga de cuarzo y baritina (prospectos 1° de Mayo y Margarita) o bien impregnaciones que suelen ocupar fracturas o superficies interformaciones (prospectos Abundancia y Polinesia). Las manifestaciones contienen también cantidades variables de galena, blenda, pirita, oligisto y minerales de manganeso. Impregnaciones manganesíferas han sido identificadas en el río Caraparí y Zanja Honda, Salta, en niveles del Subgrupo Pirgua.

12.4. Nódulos singenéticos de Mn y Fe

En el miembro inferior de la Formación Río Nío (Mon y Suayter 1973) se conoce la existencia de nódulos de manganeso con formas subredondeadas, obladas y tamaños

muy variables, que pesan entre 0,1 a 2 kg, excepcionalmente alcanzan 50 kg (Beder 1926, Cortelezzi 1975, Danieli y Porto 1975, Cortelezzi y Mon 1981). Del año 1917 datan los primeros hallazgos en la localidad de Puerta Quemada, departamento Burruyacu, Tucumán, los cuales han sido objeto de explotaciones precarias y discontinuas. La Formación Río Nío representa litofacies areno-arcillosas de origen continental y está formada por dos miembros: el inferior, predominantemente psamítico, denominando Poste Viejo y el superior con lutitas, margas y areniscas finas, Miembro La Posta. Los nódulos yacen en una sección estratigráfica de 5 a 10 metros de espesor constituida por areniscas cuarzosas gruesas, de colores claros, dentro de un perfil aflorante de 120 metros de potencia que forma una estructura sinclinal situada entre las sierras de Medina y del Campo. El hallazgo de mamíferos fósiles pertenecientes al Paleoceno Superior - Eoceno Inferior (Powell y Palma 1981) ha permitido homologuear la Formación Río Nío con la Formación Maíz Gordo (Fernández et al. 1984).

Texturalmente uniformes y de grano fino, los nódulos muestran el predominio de pirolusita, en pseudomorfosis según manganita, de la cual quedan restos más abundantes en los núcleos. Como minerales accesorios se observan polianita, goethita y otros manganomelanos no identificados. Beder (1926) y Cortelezzi y Mon (1981) citan contenidos entre 71,57% a 52,75% de MnO_2 y 7,99 a 1,19% de Fe_2O_3 . Las reservas estimadas se encuentran en las 50.000 t, pero la explotación es difícil por la distribución errática de los nódulos.

Cortelezzi (1975) menciona nódulos de manganeso formados por psilomelano y criptomelano en las areniscas pelíticas del Grupo Salta aflorantes en las proximidades de la ciudad de Rosario de la Frontera, en el sur de la provincia de Salta. El peso medio de los nódulos no excede los 50 g y sus superficies se encuentran manchadas por óxidos de hierro.

13. Depósitos estratoligados en calizas

El metalotecto se encuentra restrin-

gido a niveles estratigráficos de la Formación Yacoraite y en él debemos distinguir los depósitos metalíferos de Cu, Pb y Zn asociados con ciertas litofacies calcáreas, de las calizas que se utilizan en pequeña escala para alimentar hornos de cal pobre. Los depósitos de Cu, Pb y Zn se distribuyen en ocurrencias saltuarias a lo largo de 150 km sobre una faja ubicada al naciente de la dorsal Salto-Jujeña, desde la sierra de Santa Bárbara en Jujuy hasta la sierra de Metán en Salta, integrando las concesiones mineras conocidas como Atahualpa, Punilla, San Antonio, El Chorro, El Salto, San Pedro, Elba, León, María y Jorge, entre otras. Las mineralizaciones se alojan preferentemente en niveles pertenecientes a los miembros inferiores y medios de la Formación Yacoraite, cuya sección inferior muestra anomalías geoquímicas en cobre que prolongan la faja mencionada en la provincia de Tucumán (Reinoso 1975). Los metalotectos participantes no son bien conocidos, aunque existen algunas comunicaciones preliminares de Castaños et al. (1975) y Chomnales (1978b). Recientemente Espisúa y Amengual (1983) dan a conocer trabajos de exploración minera realizados en el área del río Juramento, señalando la naturaleza singenética de algunos depósitos metalíferos. La ausencia total de actividad magmática ligada a la faja mineralizada y su coincidencia con un frente de dolomitización, que separa el dominio de calizas hacia el oeste y dolomías hacia el este (Marquillas 1984), se consideran factores muy significativos desde el punto de vista genético. Provisoriamente se pueden diferenciar tres subtipos:

13.1. Calizas y dolomías

Este apartado describe las calizas de la Formación Yacoraite, con bajo contenido de impurezas y localización favorable, destinadas a la obtención de cal pobre para consumos regionales en construcción y obras civiles. Su empleo es limitado por la baja calidad del material calcáreo, habitualmente con tenores de MgO elevados e intercalaciones arenosas.

En este sentido, los pequeños productores que utilizan hornos criollos de quemado intermitente prefieren los depósitos modernos de travertino y aragonita, sobre los que realizan explotaciones precarias.

En el valle de Lerma y la zona de influencia de la ciudad de Salta, las canteras El Carmen, Los Pinos, Los Tarcos, San Cayetano y San Martín proporcionan calizas a partir de los afloramientos de la Formación Yacoraite ubicados en el área de Cerrillos-La Merced. Existen explotaciones en los parajes La Troja, La Pedrera y El Chamical. En el departamento Metán se extraen calizas de la sierra de Lumberras y del flanco oriental de la sierra del Crestón. Al norte de la provincia de Salta, las canteras General Güemes, La Cascada, Zonda, Itaque, El Chorro, Itangua, Paso y Belgrano, entre otras, abastecen las áreas de influencia de Orán y Tartagal. En la provincia de Jujuy existen numerosas explotaciones en Maimará, Tres Cruces, cerro de las Avispas, cordón de los Siete Hermanos entre los diversos parajes con afloramientos adecuados.

Las calizas de la Formación Yacoraite contienen algunas litofacies magnesianas apropiadas para la extracción de dolomita en los flancos de la sierra de Santa Bárbara entre las quebradas El Duraznal y Arroyo del Medio. La composición de estas dolomías muestra 95 a 100% de dolomita, 0 a 5% de magnesita, con relaciones CaO/MgO 1,25 a 1,4 (Marquillas 1985).

13.2. Depósitos diagenéticos (Pb, Zn, Cu)

En el cerro del Plomo, al sur del río Juramento, existe una mineralización primaria de galena, tetraedrita, blenda, calcopirita, bornita y calcosina que tiende a cementar calizas dolomíticas, en parte oolíticas, lumachellas de gastropodos y areniscas calcáreas, con escaso reemplazo de las fracciones clásticas depositadas inicialmente. Los sulfuros metalíferos han cristalizado en una etapa diagenética de baja energía, penecontemporánea al depósito clástico y en un medio textural de elevada porosidad,

favorecido por las transformaciones dolomíticas. La relación de las menas con los biostromas presentes en los perfiles conocidos es menos evidente. Ritmitas de sulfuros se han observado en secciones calcáreas compactas, micríticas, de granometría muy fina. Los contenidos en Pb y Zn, elementos menos móviles que el Cu en los ambientes exógenos, son más elevados en las fracciones pelíticas. La ley media de estas manifestaciones es de 1,05% Pb, 1,03% Zn, 0,94% Cu con 20 g/t Ag. Espisúa y Amengual (1983) adjudican a todo el grupo minero del río Juramento, que incluye los depósitos supergénicos del cerro del Cobre, reservas posibles e inferidas de 5×10^6 t, con 1% Cu y 22 g/t Ag.

13.3. Depósitos supergénicos (Cu)

Se encuentran mucho más extendidos que los anteriores y representan, por lo general, el relleno supergénico de fracturas y brechas intraformacionales. La precipitación de las soluciones descendentes genera depósitos de naturaleza epigénica. Las presentaciones más frecuentes son discordantes, vetiformes o en stockworks, ocupando fracturas o cavidades abiertas en calizas, dolomías, areniscas y chert. Sin embargo, los fenómenos kársticos son casi desconocidos en las litofacies calcáreas del Subgrupo Balbuena. El relieve juvenil actual y el fuerte buzamiento de los bancos calizos, heredados del ciclo andino y en parte las restricciones climáticas, condicionan solo estadios iniciales de karst. La ausencia de paleozonas de circulación permanente de aguas vadosas indica que las principales vías de acceso y depósito de las soluciones supergénicas son de origen tectónico.

Se conocen depósitos en diferentes niveles de la Formación Yacoraite y algunos que alcanzan a penetrar la Formación Lecho. Entre los minerales más comunes se observan calcosina, cuprita, brochantita, malaquita, covellina y tenorita, ocasionalmente piritita y azurita. Existen ciertas evidencias para suponer que el lixiviado de las preconcentraciones del subtipo 13.2 puede proporcionar las

soluciones supergénicas responsables de algunas ocurrencias del subtipo 13.3. Se observan adecuadas relaciones espaciales y el fraccionamiento en el contenido metálico con el aumento de la relación Cu/Pb+Zn y tenores de cobre entre 2 y 5% en las fracturas mineralizadas. En el cerro del Cobre, se conocen las manifestaciones identificadas como María, Venancio, Francisco, Anselmo, Dionisio, Fructuoso, Fortunato, Eleuteria y Hermenegildo. En superficie las mineralizaciones de ambos subtipos suelen dispersar carbonatos de cobre por meteorización proporcionando buenas guías cromáticas a la prospección minera.

EPOCA METALOGENICA III (Eoceno-Holoceno)

Con los movimientos de la fase Incaica en el Eoceno Medio culmina el ciclo sedimentario cretácico del Grupo Salta y se inicia la última época metalogénica del noroeste argentino. Los últimos cincuenta millones de años de historia geológica conllevan la máxima influencia en la metalogénesis de las regiones andinas, al reunir en su transcurso los episodios tectónicos, volcánicos, sedimentarios, plutónicos y metamórficos ligados al solevantamiento de la gran cordillera andina americana, uno de los rasgos geológicos mundiales de mayor relevancia en los tiempos cenozoicos (Zeil 1979). La importancia de la metalogenia en los Andes Centrales trasciende nuestro marco geográfico y es, desde hace tiempo, muy conocida en la literatura geológica (Lindgren 1933, Bilibin 1955, Turneaure 1955, Ahlfeld y Schneider Scherbina 1964, Ruiz Fuller 1965, Putzer 1976, Amstutz 1978, entre otros). Su desarrollo responde de manera aceptable a un modelo de evolución geotectónica en el borde móvil de un sistema destructivo de placas convergentes (Mitchell y Bell 1973, Hollister 1975, Sillitoe 1977, Oyarzún y Frutos 1980, Mitchell y Garson 1981, Frutos 1982).

En este contexto, las columnas sedimentarias cenozoicas del noroeste argentino muestran el desarrollo dominante

de cuencas continentales afectadas intensamente por episodios tectónicos del ciclo Andino. Las comarcas subpositivas de la Cordillera Oriental permiten, a grandes rasgos y durante el lapso indicado, distinguir tres regiones mayores de sedimentación clástica ubicadas respectivamente, al este al oeste y al sur de la mencionada entidad (Aceñolaza y Toselli 1981). El área subandina oriental presenta las secuencias más regulares y las mejor conocidas a través de la exploración petrolera (Bonarelli 1921, Gebhard et al. 1974). Estas secuencias integran actualmente el Grupo Orán (Russo 1972) y son las únicas que contienen, en la Formación Anta, registros de ingresiones marinas atlánticas durante el Mioceno (Russo y Serraiotto 1979). En el área puneña situada al oeste, la unidad más distintiva es el Grupo Pastos Grandes (Turner 1960b), integrado por las formaciones, Geste, Pozuelos, Sijes y Singuel (Alonso y Gutiérrez en prensa) con un espesor aproximado de 7000 metros y abundantes intercalaciones evaporíticas y volcánicas en sus secciones superiores. Este conjunto abarca el intervalo deposicional que media entre el Eoceno Superior y el Plioceno inclusive. Su identidad se mantiene válida en la comarca del perfil tipo (Turner 1960b).

La segmentación tectónica de las cuencas continentales durante el Cenozoico en bolsones intermontanos dificulta su cronología y correlaciones (Bossi y Palma 1982, Alonso y Gutiérrez en prensa, Salfity et al. 1984), particularmente en Puna septentrional y las comarcas extrapuneñas de los valles calchaquíes ubicadas al sur de la Cordillera Oriental (Grupo Santa María - Ruiz Huidobro 1965). Son numerosas las entidades estratigráficas formales de validez local y correlación regional incierta (Formación Luracatao - Turner 1960b, Formación Peña Colorada - Bellmann y Chomnales 1960, Formación Angastaco - Formación San Lucas - Formación Tonco - Vilela y García 1978, Formación Trincheras - Schwab 1973, para citar algunas).

La sedimentación cenozoica es acompa-

nada por un magmatismo esencialmente efusivo de grandes proporciones, que se inicia a partir de la fase Pehuenche en el Oligoceno tardío o Mioceno y prosigue hasta el presente alcanzando su mayor intensidad durante el Mioceno Medio y Superior asociado a los diastrofismos Quechua I y II. Sus productos están casi totalmente restringidos a la Puna, donde alcanzan una magnitud volumétrica no registrada con anterioridad y una importancia metalogénica sin precedentes.

La distribución geográfica del vulcanismo comprende dos fajas subparalelas meridianas: la occidental, continua, situada en la cordillera del límite con Chile y activa como arco magmático desde el Mioceno, y la oriental, saltuaria, que coincide aproximadamente con el borde oriental de la Puna (Viramonte et al. 1984a). Cadenas volcánicas transversales de importancia subordinada coinciden con megatrazas de fractura y vinculan a espacios regulares ambas fajas. La condición subaérea unida a la naturaleza mesosilícea dominante de la extrusividad favorecieron el desarrollo de grandes estratovolcanes y extensos mantos ignimbríticos a partir de centros efusivos cuyos productos se superponen y traslapan. La estratigrafía volcánica resultante es compleja y su estudio se encuentra en avance (Schwab 1972, Schwab y Lippolt 1976, Coira y Pezzutti 1976, Coira 1979, Coira y Paris 1981, Coira 1983, Aquater 1981, UNSa 1982, entre otros). Existen numerosas entidades formales de validez local cuya correlación evidencia cierta independencia temporal en la evolución petrológica de los distintos complejos. Las características petroquímicas del vulcanismo están posiblemente influenciadas por contaminación (Klerkx et al. 1977, Francis et al. 1980) en una corteza progresivamente engrosada a través de una larga historia geológica. En líneas generales la efusividad de la faja occidental pertenece a la serie calcoalcalina y gradúa hacia el este a calcoalcalina alta en K en la faja oriental con algunos términos de la serie shoshonítica (Viramonte et al. 1984a).

A diferencia de las comarcas ubicadas

en la vertiente andina occidental, donde las primeras etapas formativas del orógeno y los actuales niveles de erosión exponen en superficie numerosos yacimientos metalíferos de grandes dimensiones y edades que oscilan entre el Jurásico y el Paleoceno, la vertiente oriental de los Andes contiene los registros volcano-sedimentarios postincaicos y depósitos metalíferos de menor volumen. Aquí los niveles de erosión someros no descubren, en general, las raíces plutónicas de los complejos de estratovolcanes y predominan los campos filonianos subvolcánicos sobre los pórfidos cupríferos y los grandes depósitos de sulfuros masivos. Comparativamente el enriquecimiento supergénico y los niveles de oxidación son mucho más limitados.

En el ciclo exógeno, el cierre de las cuencas sedimentarias continentales al drenaje exorreico, las condiciones paleoclimáticas de aridez dominante, junto al vulcanismo y al levantamiento general de las comarcas altiplánicas, han favorecido la acumulación de evaporitas con filiaciones volcanogénicas y el desarrollo de los depósitos mixtos exhalativos y termales. Participan en esta época metalogénica cuatro metalotectos vinculados con fuentes endógenas, uno mixto y cinco de filiación exogénica, algunos de los cuales muestran variantes significativas que posibilitan considerar varios subtipos.

14. Depósitos estratoligados en areniscas

Al igual que su análogo (12) en la Epoca Metalogénica II, este metalotecto reúne las mineralizaciones localizadas en areniscas continentales cuyas características genéticas y deposicionales son equivalentes a las ya descritas. En este caso los depósitos yacen en las columnas estratigráficas correspondientes a la sedimentación postincaica y la importancia de las concentraciones conocidas es comparativamente muy modesta. Seguidamente se consideran las principales yacencias agrupadas en dos subtipos dependientes:

14.1. Nódulos singenéticos de manganeso y hierro

Estas manifestaciones mineralizadas

tendrían, en apariencia, un origen semejante a los nódulos descritos por Beder (1926) en las areniscas cuarzosas del Subgrupo Santa Bárbara en la provincia de Tucumán (Véase 12.4). Ocurrencias equivalentes se han detectado, en la provincia de Salta, en el cerro Paranilla, quebrada del Divisadero, vertiente occidental de las Cumbres Calchaquies; en El Morenillo, río Urueña, flanco oeste de la sierra de la Candelaria y en quebrada de Cañizares, sierra de Medina. Todas las manifestaciones son pequeñas y carecen de posibilidades económicas. Su posición estratigráfica es incierta y no debe descartarse que algunas pertenezcan al ciclo sedimentario del Grupo Salta. Alonso et al. (en prensa) mencionan nódulos pequeños de manganeso en areniscas amarillentas de la Formación Trincheras, en la provincia de Jujuy. La sección se localiza en el paraje Loma Blanca, al sur de Coranzulí, donde los niveles portadores yacen por encima de una toba datada radiométricamente en 6,9 millones de años.

14.2. Depósitos peneconcordantes de Cobre

Una destacada proporción de los depósitos estratoligados conocidos en estos ambientes sedimentarios, son manifestaciones estratiformes, de tipo peneconcordante, asociadas a fenómenos locales de biostasia en estrecha relación con restos carbonosos y materia orgánica. La mineralización más común contiene calcosina, covellina, malaquita, crisocolla, pirita, cuprita y azurita. Los depósitos Los Colorados y Aguas Amargas yacen en niveles de areniscas rojas de la Formación Geste, Grupo Pastos Grandes, al naciente del salar de Pocitos (Arquñaraz y Sureda 1975). Otras ocurrencias de la Puna salteña corresponden a depósitos derivados de oxidación e infiltración, que penetra las secciones conglomerádicas inferiores de la Formación Geste en el área de Cortaderas, entre el salar de Antofalla y el salar del Gallego. Las pertenencias Cortadera, Cortadera N°2, N°3, N°4 y Las Vertientes muestran sistemas de vetas que no exceden los 200 metros de

(EOCENO-HOLOCENO)

(SALTA-JULY)

1985



corrida en una estructura anticlinal. Son depósitos de naturaleza epigénica a lo largo de fracturas de rumbo E-O, transverso a la estructura, en donde soluciones descendentes precipitaron calcosina, cuprita, tenorita, cobre nativo, covellina, malaquita, crisocola, delafosita y azurita. En los valles Calchaquies, las concesiones Inés y Margarita yacen en niveles de la Formación Tolombón (Galván y Ruiz Huidobro 1965) donde forman depósitos peneconcordantes de cobre.

En la Puna jujeña, la mina Eureka constituye el yacimiento más importante de este apartado, tanto por sus dimensiones como por la concurrencia de dos metalotectos exogénicos. Los depósitos suponen la precipitación del cobre en condiciones reductoras, a partir de aguas vadosas que circularon a través de los conglomerados auríferos del Miembro Eureka de la Formación Cabrera (Viera 1984). Los conglomerados de la Formación Cabrera en territorio boliviano constituyen la Formación San Vicente, acotada radimétricamente en su tope (Formación Julaca 22 m.a.) por lo cual se pueden asignar provisionalmente al Oligoceno (Meave 1972, Fernández et al. 1973). La participación del oro de placer en mina Eureka promedia el g/m^3 y se extiende en un manto conglomerádico de 1 a 2 metros de potencia en áreas que exceden los límites de la mineralización cuprífera (Novarese 1893, Rius y Wlekinski 1953, Bellmann 1966). El depósito singénico más antiguo, representado por el placer aurífero fósil, ha receptado parcialmente las soluciones cupríferas de un suceso epigénico posterior. En las proximidades de la Ciénaga hay manifestaciones de cobre con restos de plantas (Viera 1984), peneconcordantes al Miembro San Isidro de la Formación Peña Colorada. Otros depósitos cupríferos de posición estratigráfica incierta y pertenecientes a esta tipología, pero con frecuencia estratoligados con sedimentos continentales neoterciarios, se reconocen en las manifestaciones Bacaño, Torrejo y Gorriti ubicadas al oeste de Turi-Lari, en el departamento Susques,

Jujuy. En la quebrada Villaspure, cuyas aguas corren hacia la margen oriental del salar de Cauchari, existe mineralización cuprífera asociada a dos niveles plantíferos dentro de la Formación Trincheras (Alonso comunicación personal).

15. Depósitos metalíferos en tactitas (Fe, Cu)

La descripción del metalotecto abarca las manifestaciones vinculadas al metamorfismo de contacto y pirometasomatismo, en aquellas localidades donde cuerpos magmáticos cenozoicos intruyen calizas con desarrollo de tactitas y, en algunos casos, mineralización de hierro y cobre.

La Formación Acay (Méndez 1974) incluye los pequeños plutones del nevado de Acay y la quebrada de las Capillas en la provincia de Salta. Estudios petrológicos de esta formación revelan la presencia de granitos-I, pertenecientes a la serie magnetítica, con una composición cuarzo monzonítica dominante (Llambías et al. en prensa). El granito Acay penetra niveles calcáreos de la Formación Yacoraite en parajes ubicados en el faldeo noreste del nevado de Acay (Mirré 1974). Las pertenencias mineras El Acay al norte y El Milagro al sur, cubren una faja de cuerpos metasomáticos formados a expensas de las calizas. Los silicatos del skarn se muestran en bandas texturales monominerales, en las cuales predominan diópsido e hidrogrossularia verde amarillentos, con cantidades menores de calcita, enstatita, cuarzo, flogopita, chorlita, clorita, epidoto, allanita, clinozoicita, tremolita-actinolita y titanita. La magnetita es el principal mineral metalífero, en parte transformado en martita, con pirita, calcopirita, bornita, blenda y galena en proporciones muy variables y por lo general pequeñas. La edad del metalotecto, conforme a la datación geocronológica del granito Acay ($26 \text{ m.a.} \pm 5$ Linares 1979), es Oligoceno Superior. Muestreos realizados en la mina El Acay han indicado tenores de 62% Fe sobre dos bancos de 0,20 metros de potencia. La mina El Milagro posee un banco de 2 metros de potencia con leyes de 60% Fe. El elevado contenido de cobre malogra el beneficio

de esta mena ferrífera de alta ley. Las dimensiones reducidas y la ubicación desfavorable limitan su significado económico. Investigaciones recientes describen el skarn del nevado de Acay e interpretan temperaturas de formación de unos 410°C para una profundidad no mayor de 5 km (Malvicini 1985).

Al sur de la provincia de Salta, en la sierra de Carahuasi, existen evidencias de tactitas ferríferas a expensas de calizas de la Formación Yacoraite. Rodados de magnetita y minerales de skarn se recogen en las quebradas del faldeo oriental de la sierra, si bien aún no se han localizado sus afloramientos.

16. Pórfidos cupríferos (Cu, Mo, Au)

En las comarcas orientales de la cadena andina y a partir de la fase Pehuénchica, junto a las emisiones de un vulcanismo dominante, acontece la localización de cuerpos subvolcánicos ácidos e intermedios con cuarzomonzonitas, granodioritas y granitos. Estos cuerpos pueden alojar mineralización diseminada del tipo cobre porfídico, mineralizaciones que se extienden en aureolas de alteración hidrotermal y tienen una expresión superficial muy conocida (Lowell y Guilbert 1970, Sillitoe 1972, 1976), proporcionando yacimientos metalíferos (Cu-Mo-Au) de grandes dimensiones y baja ley. Méndez y Zappettini (1984) reseñan las características de los cobre porfídicos argentinos. Existe una continuidad geológica y petrogenética, generalmente vertical, entre este metalotecto y el siguiente.

En las provincias de Salta y Jujuy, las tareas de exploración desarrolladas por empresas privadas y el gobierno nacional durante las últimas dos décadas han ubicado cinco prospectos de esta naturaleza: Inca Viejo, Taca Taca, Vizcacheral, El Oculto y Santa Inés, en ese orden decreciente de interés y posibilidades relativas, los cuales no muestran parámetros económicos alentadores (Méndez et al. 1979). La mena primaria de estos cuerpos tiene una media de 0,1% Cu, 0,001% Mo y 0,1 g/t Au. La relación Cu/Mo:100/1 es propia de la cadena

andina (Frutos 1979).

Inca Viejo es un pórfiro monzonítico, de 15 m.a. \pm 2 (Linares 1975), emplazado en esquistos y gneises de la Formación Oíre al naciente del salar de Ratones. En una planta oval de 6 por 3 km, flanqueada por fallas longitudinales submeridianas, aflora un núcleo de pórfiro dacítico rodeado por áreas irregulares de alteración sericitica, filica y silícea. El pórfiro monzonítico es más extenso y ocupa el sector occidental del prospecto. Brechas hidrotermales de intrusión y colapso, muy turmalinizadas, penetran las rocas porfíricas. Un stock de dioritas hornbléndicas asoma en el extremo norte del área y numerosos diques básicos cruzan el conjunto y las metamorfitas aledañas. El prospecto ha sido examinado sólo mediante geoquímica de superficie que muestra valores de 180 ppm Cu y 25 ppm Mo. La mineralización superficial contiene limonitas, pirita, calcopirita, molibdenita, óxidos de cobre, malaquita, azurita, crisocola y turquesa (Cox 1971).

Taca Taca es un pórfiro dacítico a riódacítico que intruye una sucesión paleozoica conformada por sedimentos ordovícicos de la Formación Acoite y granitos carboníferos de la Formación Taca Taca en el borde occidental del salar de Arizaro (Daroca 1975). El área de alteración hidrotermal ocupa unos 7 km^2 sobre la divisoria de aguas del cordón de Agua del Desierto, a una altura de 4.200 metros sobre el nivel del mar. Existen brechas intrusivas con turmalina y una alteración filica dominante que pasa a propilítica en las zonas marginales. Se realizaron estudios geoquímicos, geofísicos y 1089 metros de sondeos distribuidos en 9 perforaciones. Los estudios realizados revelan una zona de lixiviación de 43 metros de espesor con limonitas, jarosita, crisocola, malaquita y turquesa; una zona supergénica con calcosina y covellina, de 31 metros de potencia, donde se estiman 19×10^6 t de reservas con 0,29% Cu y 0,08% Mo. La protomena, con 0,03% Cu y 0,017% Mo, no es económica y muestra pirita dominante, calcopirita, bornita y molib-

denita.

Vizcacheral es un enjambre de diques de pórfiro dacítico y brechas hidrotermales con una antigüedad de 15,4 m.a. \pm 0,3 (Sillitoe 1977a), que intruyen las rocas leptometamórficas de la Formación Puncoviscana en ambiente de Cordillera Oriental. El prospecto, conocido también como Pancho Arias, ocupa un área de 2 km² en el flanco sudoccidental del nevado de Chañi, sobre la margen derecha de la quebrada del Toro. Brechas columnares de intrusión muestran cuarzo, pirita, turmalina y magnetita. La aureola hidrotermal es zonal concéntrica con un núcleo potásico de ortosa, biotita y magnetita, una zona intermedia filica-argílica y una zona externa propilítica. La exploración geoquímica muestra anomalías de hasta 3300 ppm Cu, 750 ppm Mo y 0,2 g/t Au. Se realizaron 1761 metros de sondeos en 10 perforaciones que revelan una zona supergénica irregular y pobre, con 1100 ppm Cu y 200 ppm Mo (Chabert y Centeno 1975).

El Oculto es un pórfiro dacítico emplazado en las rocas granitoides de la Formación Oire a unos 10 km al sudoeste del volcán Tuzgle, en la provincia de Jujuy. El área de alteración hidrotermal abarca unas 25 ha con brechas intrusivas turmalizadas, una zona de lixiviación con limonitas y óxidos de cobre y tiene una mineralización primaria de bornita, pirita, calcopirita y molibdenita. La antigua mina de cobre Soncaimán pertenece genéticamente al complejo mineralizado de este prospecto. Se efectuaron estudios geoquímicos, geofísicos y 276 metros de sondeos distribuidos en cuatro perforaciones. Los tenores medios obtenidos indican 600 ppm Cu, 85 ppm Mo y 0,1 g/t Au (Mir y Mancini 1973).

Santa Inés no es un pórfiro definido sino un área de alteración hidrotermal que emerge de un sistema de fracturación, con numerosas brechas de cizalla, en un zócalo heterogéneo de rocas paleozoicas. El prospecto ocupa una superficie de 15 ha en el extremo norte del salar de Río Grande, a la vera de la ruta provincial 59 que une Caípe con La Casualidad. El

área de blanqueo hidrotermal tiene diseño irregular con alteración filica, argílica, silícea y muy escasa epidotización. La geoquímica sobre roca lixiviada indica promedios de 150 ppm Cu y en roca fresca promedios de 400 ppm Cu. Se han realizado tres perforaciones, una de las cuales tiene 104 m de longitud. El contenido metálico de los sondeos es de 250 ppm Cu y 30 ppm Mo (Ramallo 1973).

17. Depósitos vetiformes subvolcánicos

Este metalotecto tiene una importancia económica relevante en nuestra minería metalífera y sus depósitos están genéticamente relacionados al vulcanismo orogénico que tuvo lugar durante el Cenozoico Superior en todo el perímetro de la cuenca pacífica, en estrecha asociación con la serie calcoalcalina andesitadacita-riolita (Steinmann 1910, Watanabe 1923, Lindgren 1933). El papel de estos acontecimientos magmáticos en la metalogenia de las comarcas del norte argentino, en especial durante el Mioceno Medio, ha sido muy destacado recientemente (Malvicini y Llambías 1982, Coira 1983, Peralta 1984).

La vinculación de las mineralizaciones con los grandes rasgos tectónicos representados por las megafracturas transversales de rumbo ONO-ESE, ha sido considerada por Figueroa (1971) y Baldi (1981). Si bien la escala del metalotecto principal es de primer orden al configurar una faja continental submeridiana, es interesante señalar la distribución de estos distritos vetiformes a lo largo de las cadenas volcánicas transversales coincidentes con las megatrazas mencionadas en el segmento andino central de Bolivia y Argentina (Alonso et al. 1984). La relación de los metalotectos de filiación volcanogénica con los lineamientos tectónicos es muy evidente, en especial con las megatrazas Ollagüe-Lípez-Coyahuaima; Calama-Olacapato-Toro y Llullai-co-Archibarca-Galán, las cuales controlaron el emplazamiento de grandes edificios volcánicos complejos y a veces poligénicos (Granada, Coyahuaima, Quevar, Acay, Antofalla, Galán, Farallón Negro). Algunos campos menores --domos endógenos,

stocks, pequeños conos monogénicos-- se distribuyen entre las cadenas volcánicas transversales a lo largo de importantes fallas submeridianas que limitan las depresiones endorreicas de salares y salinas (Huayra Huasi - Bayo Olán - Turi Lari en el borde oriental de la depresión Cauchari-Olaroz o Inca Viejo-Raton-Becqueville en los flancos de la depresión Centenario-Hombre Muerto, entre otros) (Méndez 1974). Varias de estas fallas coinciden con lineamientos regmáticos reactivados que han afectado el zócalo de la Puna desde el Paleozoico, como acontece en el flanco oeste de la Formación Oire.

Los distritos mineros más destacados representan campos filonianos vinculados a los complejos de estratovolcanes que evolucionaron durante el Mioceno y Plioceno, a partir de la fase Pehuénchica. En estos campos filonianos existe un tren descendente de temperaturas de formación en la sucesión hidrotermal, sin que sea siempre posible delimitar estas temperaturas entre las vetas de un distrito, ni sea conveniente elegir un criterio de agrupamiento que separe campos filonianos cogenéticos en donde los diferentes niveles térmicos y pulsos de mineralización están asociados a un mismo centro volcánico.

En este sentido la naturaleza de la mineralización proporciona un criterio simple para agrupar las vetas del metalotecto en tres subtipos: Filones de Pb, Zn, Ag (Cu, Bi), Filones de Sb, Au y Filones de Sn, Ag. En la mayoría de los casos las vetas se alojan en las rocas volcánicas mismas (minas Pan de Azúcar, La Esperanza, La Victoria) o bien tienen una relación espacial muy próxima con éstas (La Concordia, Julio Verne, El Recuerdo), proximidad que permite inferir una filiación genética directa. Sin embargo, en ciertos distritos, los filones intruyen formaciones sedimentarias alejadas de rocas ígneas aflorantes y en donde se debe suponer que ellas cubren cuerpos intrusivos localizados en profundidad (mina Pirquitas en Jujuy, Vetillas y Huanuni en Bolivia). Algunos de estos depósitos tienen paragénesis muy peculia-

res en un contexto geológico que ha llevado a suponer la existencia de una actividad prolongada, a través de varias épocas metalogénicas. En la provincia de estaño y plata de Bolivia los estudios realizados indicarían que las últimas mineralizaciones, de naturaleza subvolcánica, se habrían enriquecido a partir de antiguas ocurrencias del basamento plutónico-metamórfico de la Cordillera Real (Schneiderhöhn 1962, Ahlfeld y Schneider Scherbina 1964, Ahlfeld 1967, Lehmann 1979, Lehmann y Pichler 1980).

17.1. Filones de Pb, Zn, Ag (Cu, Bi)

Estos depósitos indican la presencia de la llamada provincia polimetálica del altiplano en las comarcas de Salta y Jujuy. Vetas subvolcánicas similares se extienden en territorio de Perú y Bolivia (Petersen 1965, Ahlfeld 1967). La provincia polimetálica se repite con edades y características comunes alrededor de la cuenca pacífica configurando un vasto cinturón metalogénico.

Con el distrito del volcán Granadas y las manifestaciones vetiformes de Pb, Ag y Zn del cerro Coya, se inicia en territorio argentino la cadena volcánica transversal Ollagüe-Lípez-Coyahuaima. Al pie del cerro Fundiciones yacen las menas del prospecto Chinchilla que muestran blenda, galena, pirita, tetraedrita, calcopirita y pirargirita en ganga de cuarzo y siderita. El distrito Pan de Azúcar se vincula al emplazamiento de domos dacíticos, con edades de 12 m.a. \pm 2 (Coira 1979), al sur del bolsón de Pozuelos. Incluye la mina Pan de Azúcar y las manifestaciones España y Potosí (Igarzábal 1969). Son vetas leptotermales cuyos minerales esenciales --blenda, galena, marcasita y pirita-- yacen en ganga de cuarzo y calcita, con cantidades menores de baritina, siderita, alunita y fluorita. Se han identificado veinte minerales primarios y numerosas especies supergénicas o de oxidación. Las reservas estimadas son del orden de 50.000 t con una ley media de 4,92% Pb, 5,91% Zn y 377.5 g/t Ag (Svetliza 1980). Similares características presenta el

prospecto Rachaite, con vetas epitermales de galena, blenda y pirita en ganga de cuarzo, relacionadas a vulcanitas andesíticas cuyas tobas proporcionan una edad radimétrica de 12 m.a. \pm 1 (Linares 1979). Vetas semejantes están asociadas a los cuerpos dacíticos de Huayra Huasi (Coira 1983) datados en 11,8 m.a. (Schwab y Lippolt 1974).

En la cadena volcánica asociada a la megatraya Calama-Olacapato-Toro, filones de Pb, Ag, Zn, Sb y Cu se refieren al pórfiro dacítico de Poquis en Chile, el cual ha proporcionado una edad de 12,8 m.a. (Marinovic 1979). El distrito del volcán Quevar tiene varias vetas de este tipo, por ejemplo en las minas Vince y Armonía, ricas en plata y de una compleja mineralogía epitermal, donde se destacan galena, semseyita, aramayoíta y diaforita (Sillitoe 1975, Brodtkorb et al. 1978). En rocas dacíticas del cordón de Aguas Calientes yacen importantes vetas de Pb, Ag y Zn pertenecientes a los yacimientos California (Gutiérrez 1977), La Negra, La Esperanza, La Poma, La Vieja Esperanza y El Porvenir. Galena, blenda, pirita, calcopirita, tetraedrita y marcasita integran la mineralización metalífera principal de estas vetas leptotermales. La mina La Esperanza tiene 260.000 t de reservas con un contenido metálico de 11% Pb y 191 g/t Ag (Argañaraz y Sureda 1979). La manifestación Acazoque consiste en una veta epitermal de baritina, cuarzo y fluorita, con cantidades menores de galena y pirita, que penetran las rocas graníticas de la Formación Oire (Meregaglia 1978). Alrededor del domo dacítico Concordia se extiende una aureola de alteración hidrotermal, de naturaleza sericitica, argílica y silíceas, que muestra un campo filoniano periférico. Los depósitos Vicuña, Emilia, La Paz, La Concordia, Matilde, Polvorilla, El Recuerdo y Flamarión están en relación genética con la Dacita Concordia. Por lo general son vetas meso a epitermales, con algunas paragénesis minerales de mayor temperatura en el prospecto El Recuerdo. La mina La Concordia tiene 40.000 t de reservas medidas con 491 g/t Ag, 5,6% Pb, 1,26% Zn y

0,6% Cu (Catalano 1941, Argañaraz et al. 1982). Las vulcanitas de la quebrada de Organullo son cuerpos heterogéneos donde predominan rocas dacíticas y muestran áreas irregulares de alteración hidrotermal que afectan tanto las magmatitas como las formaciones sedimentarias más antiguas. En fajas saltuarias alteran rocas inalteradas con propilitas, silixitas y argillitas, acentuándose la alteración hidrotermal en los cruceros de fallas. Al complejo subvolcánico Organullo se vinculan los depósitos mayores Julio Verne, Diana y las manifestaciones Fátima, Macarena, Organullo y La Poma. La veta del prospecto Julio Verne yace en areniscas y lutitas ordovícicas con una mineralización polimetálica poco frecuente --Cu, Au, Bi, Pb, Zn-- que tiene, en ganga de cuarzo: pirita, tetraedrita, oro, bismutinita, bismuto, calcopirita, estannina, blenda y galena entre otras especies primarias menos abundantes (Sureda et al. en prensa). Mina Diana es una veta cuarzosa epitermal emplazada como relleno de fracturas en dacitas, que ha sido explotada en cuatro niveles. Galena, blenda, pirita, calcopirita, tetraedrita, buerbonita, pirargirita y estannina han dejado en superficie numerosos minerales de oxidación (Pelayes 1981, Quiroga 1982).

En el faldeo sudoccidental del cerro Acay, algunas vetas epitermales vinculadas al complejo volcánico Negra Muerta penetran las rocas efusivas, areniscas terciarias y las sedimentitas del Grupo Salta (Llambías et al. 1984). Los depósitos Saturno, Huaico Hondo, Encrucijada Milagro y Rosario tienen blenda, galena, pirita, calcopirita y tetraedrita como minerales principales. En un pórfiro riódacítico ubicado al este del salar de Ratones asoman los filones plumbíferos de los prospectos Soroche y Vulcano, de una mineralogía muy simple representada por galena, blenda y escasa pirita. Agua de las Palomas es un prospecto polimetálico aurífero asociado a brechas dacíticas silicificadas al sur del salar de Diablillos. Manifestaciones plumbíferas menores yacen en la Puna salteña en conexión al domo dacítico ubicado en el extremo

noreste del cordón de Copalayo. Entre el salar de Rincón y el salar de Arizaro, en el área de Chaschas, las manifestaciones Mercedes, Eugenia y María muestran vetas de calcopirita y galena, junto a diques riódacíticos, que penetran rocas encajonantes ordovícicas. Las manifestaciones de cerro Arita, al sur del salar de Arizaro, consisten en dos filones andesíticos con una mineralización epitermal en los hastiales, formada por baritina y galena, esta última con un contenido en plata de 628 g/t (Angelelli 1950).

17.2. Filones de Sb, Au

Estos depósitos pertenecen a la categoría epitermal y tienden a una mineralogía sencilla: cuarzo con antimonita y a veces pirita u oro libre en ganga de sílice, frecuentemente microcristalina. Genéticamente relacionados con el cinturón polimetálico andino, su dispersión es amplia, pero su número es comparativamente reducido. En parte corresponden a las manifestaciones en territorio argentino de la provincia antimonífera sur boliviana (Ahlfeld 1952) cuyos mejores exponentes, próximos a la frontera, son los yacimientos Rosa de Oro, Concepción y La Candelaria. La cadena volcánica transversal Ollagüe-Lípez-Coyahuaima contiene también en nuestro país las mejores vetas.

El yacimiento Pabellón, hoy inactivo, ha sido el más trabajado. La extracción de minerales de antimonio se inició en 1936, produciendo en cuatro años 800 t de mena con una ley media de 60% Sb. En diez años se han obtenido unas 15000 t con un tenor de 20 g/t Au (Angelelli 1950). Otras manifestaciones son las del cerro Lina, Laguna Pululus, Puyita, Santa Bárbara y Coyahuaima. El distrito minero Incachule, en el faldeo oriental del cordón de Aguas Calientes, es la última yacencia conocida de este tipo en la Puna salteña.

17.3. Filones de Sn, Ag

Las vetas del conocido distrito minero Pirquitas, en la Puna jujeña, representan el apéndice meridional de la provincia estannífera boliviana (Ahlfeld

1948), la cual se extiende 900 km a lo largo de la Cordillera Real. Una evolución ensiálica con mineralizaciones metalíferas de W, Sn, Bi está asociada al emplazamiento de granitos y granitoides mesozoicos (180-195 m.a.), del tipo S, en el tramo norte de la faja estannífera. Filones xenogenéticos subvolcánicos enraizados en este zócalo cristalino proporcionan menas argento-estanníferas de rasgos mineralógicos y texturales muy característicos, en la sección austral, desde Oruro (Chace 1948) a Pirquitas (Malvicini 1978). Este desarrollo volcánogénico sobreimpuesto durante el Mioceno-Plioceno, culmina con fases exhalativas y termales aún activas. El estaño de la provincia boliviana, a través de los tiempos geológicos, proporciona un ejemplo interesante de herencia metalogenética. (Schneider-Scherbina 1962, Schneider and Lehmann 1977).

En el departamento Rinconada de Jujuy, los filones de estaño y plata de Mina Pirquitas encajan en sedimentos ordovícicos de la Formación Acoite donde abarcan un área oval de 800 por 600 metros en ambos flancos de la quebrada del río Pircas. La grauvas, cuarcitas y lutitas paleozoicas están intensamente plegadas conformando estructuras volcadas al este. Las vetas ocupan fracturas transversales al plegamiento o albardas en las alas y charnelas. La paragénesis mineral permite reunir dos grupos de vetas según se hayan formado en uno o en dos sucesos mineralizantes diferentes. El emplazamiento de las vetas cercano a la superficie queda documentado por las texturas de los minerales, la zonación telescópica y la disminución de potencia en profundidad. La cristalización de minerales de temperaturas altas en niveles someros (pirrotina, casiterita, pirita, arsenopirita, cuarzo) y la superposición de especies propias de temperaturas de formación media a baja (schalenblenda, galena, estannitas, calcopirita, sulfosales de Sb y Pb, teallita, franckeita, cilindrita, sulfosales de bismuto, sulfosales de plata y antimonita) junto a la zonación telescópica, permiten clasificar estos depósitos como

xenotermiales (Malvicini 1978). La complejidad paragenética ofrece un variado contenido mineral, donde se encuentra una especie propia del yacimiento, la pirquitasita $\text{Ag}_2\text{ZnSnS}_4$, asociada con hcartita, pirita, wurtzita, franckeita, aramayoita, estannina, kesterita, rodcleritannita y marcasita (Johan y Picot 1982). La producción de mina Pirquitas es de 180 - 200 t/día de mena con leyes de 1 - 1,2% Sn y 0,5 - 0,6% Ag. Una planta de concentración elemental, con métodos hidrogravimétricos, obtiene leyes comerciales de 15 - 17% Sn y 4 - 5 kg/t Ag. Estos concentrados se embarcan a granel para su exportación. Actualmente se realiza una explotación subterránea, en diferentes niveles, sin embargo las reservas existentes permitirían el desarrollo de una explotación integral, a cielo abierto, sobre el sistema de vetas (Arroyo 1979, Tuttolomondo 1982).

Depósitos menores de estaño y plata siempre en la Puna de Jujuy, se han reconocido en las manifestaciones Oros mayo y Yungara. En Yungara los filones encajan en sedimentos paleozoicos pero estarían genéticamente relacionados a los cuerpos riódacíticos datados en $11,8 \pm 0,4$ m.a. (Schwab y Lippolt 1974). En la frontera con Bolivia, el complejo volcánico Panizos-Alcoak-Salle muestra un área considerable de alteración hidrotermal y mineralizaciones subvolcánicas de Sn, Ag y Sb. El depósito más destacado correspondería a una brecha de explosión en la sección superior de un sistema geotermal. La paragénesis, de nivel epitermal, contiene pirita, casiterita, melnicovita, arsenopirita, rodoestannita, blenda, oro, berthierita y antimonita (Coira et al. 1984). Este último tipo de depósito representaría una transición doble, hacia las paragénesis propias de la provincia antimonífera sur boliviana por un lado (17.2) y hacia los depósitos exhalativos y termales por el otro (20.4).

18. Extrusivas ácidas a mesosilíceas

Vinculados a los extremos más ácidos del vulcanismo calcoalcalino de la cordillera andina, se encuentran algunos

productos de uso industrial o de aplicación en la construcción representados por perlitas, obsidianas, pumicitas y puzolanas. El aprovechamiento de las materias primas citadas en la minería del noroeste argentino es relativamente reciente y comienza a partir de 1962, pero ha tenido una evolución auspiciosa. La gran difusión y volumen que alcanzan las tobas e ignimbritas riolíticas o riódacíticas aseguran la importancia de este metalotecto litológico en el área puneña y permiten identificar los principales subtipos. Los contenidos geoquímicos comparativamente altos en uranio de estas rocas, favorecen la distinción de un tercer subtipo potencial, promisorio en la prospección de recursos nucleares.

18.1. Perlitas y obsidianas

Las ocurrencias principales de estas vulcanitas se agrupan en cuatro distritos conocidos como Quirón, Quebrada de Rupasca, Ramadas y Vega de Arizaro. Las perlitas de la quebrada de Quirón, de típicos colores verdosos, se asocian con obsidianas, felsitas y brechas volcánicas en cuerpos mantiformes irregulares contenidos en andesitas del flanco sur del volcán Azufre (Quartino et al. 1971). El análisis químico de la cantera Crio-llita muestra: $\text{SiO}_2 = 62,82\%$; $\text{K}_2\text{O} = 4,63\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 2,90\%$; $\text{CaO} = 1,10\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,91\%$ y humedad + pérdida por calcinación = 4,70% (Schalamuk et al. 1983). Similar yacencia se observa en la quebrada de Rupasca con facies perlíticas grises, blancas y fibrosas repetidas e intercaladas en coladas dacíticas. De este tipo son las perlitas de la cantera Justa, en el área Organullo (Viera 1975). En Ramadas, las perlitas y obsidianas granatíferas constituyen coladas lávicas ameboidales, dentro de los límites de una caldera de explosión, configurando las etapas finales de un episodio volcánico acaecido hace 8,5 m.a. (Viramonte et al. 1984b). Las presentaciones de la Vega de Arizaro, con importantes recursos estimados (Franklin-Geomines 1983), incluyen las ocurrencias del domo extrusivo y coladas asociadas en el cerro Amarillo, compuesto

dominantemente por rocas hialinas blancas con participación mayoritaria de variedades duras o expandibles y las ocurrencias del cerro Morado ubicadas al norte, comparativamente modestas y con variedades no expandibles.

Petrográficamente las rocas explotadas son holohialinas, de textura perlítica, con escasa participación de accesorios cristalinos limitados a biotita, feldespato o granate. Las reservas estimadas sólo en algunos depósitos del grupo Quirón superan las 6×10^6 t (Quartino et al. 1971). Sin embargo el rendimiento efectivo de las extracciones en cantera permite predecir una importante reducción en la magnitud de las cubicaciones preliminares (Viramonte comunicación personal). Además de su empleo en construcción, las perlitas se utilizan en la tecnología criogénica y en la industria química.

18.2 Pumicitas y Puzolanas

El granulado volcánico, designación comercial de tefra lapillítica, se comienza a utilizar a partir de 1977 como material de carga en paneles prefabricados de hormigón. Los depósitos consisten en pumicitas sueltas de composición dacítica, generadas por la actividad explosiva del volcán Socompa, cuyo mayor episodio fue la nube ardiente del Negros de Aras en la vertiente occidental (Deruelle 1978). En territorio argentino, se explotan horizontes inconsolidados de ocasional retrabajado eólico, con espesores variables entre 0,3 y 1,5 metros, que cubren una superficie superior a los 35 km² (Franklin - Geomines 1983).

Los materiales volcanogénicos de eventual empleo como puzolanas están muy difundidos, aunque sólo recientemente se han iniciado estudios de tipificación tecnológica destinados a caracterizar sus presentaciones puntuales. En ese sentido, Viramonte et al. (1983) describen las propiedades y aptitudes puzolánicas de las ignimbritas dacíticas y tobas pumiciticas del complejo volcanoclástico Los Patos, cercano a San Antonio de los Cobres, donde señalan reservas indicadas superiores a 7×10^6 toneladas. El aprovechamiento de este renglón depende de la demanda regio-

nal, encabezada por la industria cementera

18.3. Uranio en Ignimbritas

El hallazgo reciente de importantes concentraciones de uranio en Macusani, Perú (Herrera y Rosado 1981, 1984, Arribas y Figueroa 1984), sumadas a las manifestaciones nucleares de Cotaje, en el distrito uranífero Sevaruyo, Bolivia (Aparicio 1981) ha llamado la atención sobre el potencial metalogénico de los términos más ácidos del vulcanismo de los Andes Centrales, cuyo tramo austral ocupa una extensa superficie del noroeste argentino. Los factores concurrentes de condicionalidad favorable estarían ligados a los grandes volúmenes de tobas e ignimbritas silíceas, de importancia geoquímica como rocas fértiles uraníferas, junto a procesos de alteración, lixiviado y concentración en ámbitos geomorfológicos adecuados. Los indicios conocidos en la puna jujeña incluyen las anomalías de Aguilirí, cerro Galán, Turi Lari, Ramallo, Cusi Cusi y Pairiqui Chico, con tenores variables entre 10 y 35 ppm de uranio, alcanzando 1000 ppm en el prospecto Aguilirí (Stipanovic et al. 1984, Gorustovich et al. 1985).

19. Evaporitas interestratificadas terciarias

Sobre el relieve preincaico del noroeste argentino se extienden varias cuencas sedimentarias continentales que albergan potentes sucesiones detríticas, superando los 10 kilómetros de espesor de columna integrada, con importantes intercalaciones volcánicas y evaporíticas en algunas secciones. La extensión de estas cuencas es amplia y regular en las comarcas orientales de Salta y Jujuy, especialmente en los ámbitos deposicionales del Grupo Orán. Por contraparte, en las comarcas vallistas y puneñas occidentales, las cuencas son estrechas y discontinuas, separadas por lineamientos tectónicos y pilares subpositivos que han impuesto cierto desarrollo independiente a sus acumulaciones sedimentarias (Salfity et al. 1984), todas ellas estrictamente terrígenas.

El metalotecto descripto reúne las

yacencias de evaporitas interestratificadas en las formaciones sedimentarias comprendidas entre las fases diastróficas Incaica y Diaguitica, ocupando el lapso que media desde el Eoceno al Plioceno inclusive. Los subtipos considerados atienden a las especies salíferas dominantes en los cuerpos evaporíticos y tienen un significado minero elemental, en correspondencia con las concesiones otorgadas, los cateos realizados y las canteras en explotación.

Desde el punto de vista genético el panorama no es tan simple. Los mayores recursos de la región en la materia son de origen continental y se ubican en las comarcas elevadas de la Puna a partir de la fase Quechua. En su desarrollo concurren, de modo relevante, el clímax del vulcanismo calcoalcalino subaéreo con la emisión de enormes volúmenes de material y el cierre endorreico de las cuencas intermontanas sobreelevadas. La influencia de las fuentes termales y las fases exhalativas póstumas de los episodios volcánicos en el aporte de B, S, As y soluciones cloruradas de elementos alcalinos y alcalinos-térreos a las áreas deprimidas, se perfila como un factor esencial en las concentraciones evaporíticas continentales y en la génesis de los salares andinos antiguos y modernos. Los trabajos pioneros de Reichert (1907), Barnabé (1915) y Catalano (1930) valoran progresivamente el papel del vulcanismo como fuentes de sales, por sobre el lixiviado de las masas rocosas superficiales en el ciclo exógeno. Estudios recientes tienden a confirmar la influencia volcanogénica dominante en el aporte haloquímico a los salares (Chong Díaz 1984, Alonso y Gutiérrez 1984, Viramonte et al. 1984c). Evaporitas de origen marino están restringidas a los confines sudorientales de la provincia de Salta, en donde la penetración atlántica durante el Mioceno ha dejado litofacies marginales --evaporitas de la Formación Anta (Gebhard et al. 1974)-- posiblemente conectadas con la Formación Paraná a través de la planicie chaco-pampeana.

19.1 Sulfatos

En la Puna austral, yeso y anhidrita acompañan los así llamados megacuerpos salinos de Pastos Grandes, Antofalla, Tincaiyu y Tolar Grande (Alonso et al. 1984). En Pastos Grandes y Antofalla representan una proporción mayoritaria del casquete o unidad de cobertera de la masa de halita. En Tolar Grande el yeso configura la base del cuerpo salino. Aquí la halita apoya en una plataforma de 30 metros de potencia visible integrada por alabastro y selenita en bancos individuales que no superan el metro de espesor. En los tres casos los recursos potenciales son considerables.

En el departamento de Rosario de la Frontera, provincia de Salta, en especial sobre la margen izquierda del río Horcones, asoman bancos de evaporitas que alcanzan 1 a 2 metros de potencia y permiten la extracción de yeso, única actividad minera de la zona. Las canteras Copo Quile y Puente de Plata explotan el yeso de la Formación Anta. Una muestra de la cantera Puente de Plata ha proporcionado los siguientes resultados analíticos: $\text{SO}_3 = 38,87\%$; $\text{CaO} = 29,72\%$; $\text{MgO} = 0,69\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,80\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,45\%$; insolubles = $10,35\%$; pérdida por calcinación = $19,25\%$. Porcentaje yeso = $83,57\%$ (Schalamuk et al. 1983). Al sur del departamento Cafayate, en el Morro de la Salina, existen niveles lacustres de yeso y halita pertenecientes a la Formación Andalhualá del Grupo Santa María (Ruiz Huidobro 1965).

19.2 Boratos

Es el renglón más destacado del metalotecto y sus depósitos poseen una importancia económica relevante en la minería de la región. Su conocimiento evoluciona a partir de las investigaciones iniciales de Reichert (1907), Catalano (1926, 1927) y con el trabajo de diversas empresas comerciales. Comparativamente, las borterías argentinas intercaladas en las sucesiones estratigráficas del Terciario continental de la Puna austral tienen mejores perspectivas y recursos potenciales que los depósitos equivalentes del altiplano de Chile, Perú y Bolivia.

El desarrollo del vulcanismo andino

introduce rocas efusivas y piroclásticas en las columnas sedimentarias que, desde el Eoceno postincaico, rellenan las áreas negativas de la Puna. Las intercalaciones tobáceas han permitido fechar los depósitos terciarios de boratos y las mayores masas evaporíticas en alrededor de 6 m.a., lo cual corresponde al Mioceno superior y más precisamente al Messiniano, edad que se ha caracterizado, a escala planetaria, por la notable difusión de litofacies evaporíticas. Esta edad sucede a la culminación de un intenso vulcanismo concomitante con los movimientos de la fase Quechua principal. Dataciones radimétricas de las tobas de Tincalayu han proporcionado 5,8 m.a., entre 6,25 y 6,8 m.a. las de Pastos Grandes y 6,9 m.a. las de Loma Blanca (Alonso et al. 1984).

Tincalayu es la principal mina de bórax sudamericana y está ubicada en la península homónima sobre el borde norte del salar del Hombre Muerto, Salta. Posee un banco de mena groseramente tabular, con dimensiones de 1000 x 150 metros y con una potencia entre 10 y 50 metros, inserto en los niveles superiores del Grupo Pastos Grandes (Formación Sijes). La sección estratigráfica muestra hacia el piso una masa de halita, de base desconocida, y el cuerpo intermedio de boratos con intercalaciones de areniscas, pelitas y tobas. Los sedimentos clásticos citados integran casi exclusivamente la parte superior de la sección con algunos niveles de yeso y anhidrita. Derrames basálticos cuaternarios cubren irregularmente esta sucesión, cuyo conjunto configura un bloque estructural emergente enmarcado por dos grandes fallas normales de rumbo NNE-SSO (Cornejo Torino y Raskovsky 1981). El cuerpo mineralizado contiene bórax como mineral dominante y cantidades menores de kernita, tincalconita, kurnakovita, ulexita y rivadavita. Algunas especies minerales son de yacencia exclusiva o bien boratos raros e infrecuentes: inderita, ezcurrita, ameghinita, probertita, aristarainita, ginorita, macallisterita y searlesita (Muessig y Allen 1957, Hurlburt et al. 1973, Hurl-

but y Aristarain 1967 a y b, Aristarain y Hurlbut 1967, Aristarain y Erd 1971, Hurlbut y Erd 1974, Aristarain et al. 1977 y 1978). Desde 1958 mina Tincalayu ha introducido 1×10^6 t de bórax en el mercado mundial, explotando inicialmente menas con leyes de 45% B_2O_5 . En la actualidad beneficia recursos indicados con ley de corte del 18% B_2O_5 y una magnitud de 5×10^6 toneladas. Su cantera a cielo abierto, con acceso espiral, es la mayor operación minera de esta naturaleza en el norte argentino.

Los depósitos próximos a Santa Rosa de los Pastos Grandes, Salta, consisten en numerosas pertenencias mineras ubicadas en las serranías adyacentes al salar homónimo. Los cuerpos de boratos están intercalados en la Formación Sijes y proporcionan colemanita, hidroboracita e inyoita como minerales esenciales. Esperanza, Monte Verde y Santa Rosa benefician colemanita. Monte Amarillo, Monte Azul y Santa Rosa, hidroboracita. A su vez Monte Verde y Santa Rosa brindan también inyoita. La ulexita secundaria es muy ubicua y se la puede hallar en casi todos los depósitos. Los recursos potenciales del distrito son muy grandes y se ubican en el orden de 20×10^6 toneladas. Los yacimientos Sijes y Tincalayu son considerados antiguos depósitos de playa de salar, soterrados y deformados (Aristarain y Hurlbut 1972).

En Loma Blanca, Jujuy, los ambientes equivalentes de la Formación Sijes han desarrollado depósitos de bórax en el lodo de antiguas lagunas o playas de salar. Una sección estratigráfica expuesta de 200 metros de espesor exhibe una estructura homoclinal buzante hacia el NE y cubierta en discordancia por flujos lávicos andesíticos del complejo volcánico Coyahuaima. En ella yacen dos bancos inferiores de bórax de 1,5 metros de potencia y tres niveles delgados de inyoita hacia el tope. La mineralización consiste en cristales euhedrales de bórax incluidos en una matriz limo-arcillosa. En los afloramientos y en los niveles superiores inyoita, ulexita, colemanita y teruggita representan la asociación boratífera del

depósito (Aristarain y Hurlbut 1968, Alonso et al., en prensa). Otras yacencias de boratos interestratificados terciarios, aún no explotados, se conocen en las serranías orientales del salar de Cauchari conteniendo ulexita y colemanita (Alonso y Viramonte 1985a). Junto a las evaporitas del cerro Codo de Agua fue hallada howlita (Gay et al. 1972).

El origen de los yacimientos boratíferos terciarios reconoce factores concurrentes similares a los que actuaron formando los depósitos modernos de boratos y evaporitas recientes en los depocentros cerrados de la Puna. Es evidente también que estas últimas yacencias han tenido como fuente alternativa adicional la erosión y el lixiviado de sus homólogas más antiguas. En este sentido, un considerable número de depósitos de boratos cenozoicos, con filiación exógena, son probadamente policíclicos, en especial aquellos formados luego de la fase Diaguitica. Una anomalía geoquímica regional en boro se insinúa desde los tiempos precámbricos y permite sospechar que este elemento litófilo participa, a través de las épocas metalogénicas del norte argentino, en un proceso evolutivo ensiálico de profundas implicancias petrológicas y geoquímicas, quizás paralelo al descrito para el estaño en la provincia metalogénica boliviana. Las rocas plutónicas y los complejos anatóctico-metamórficos del zócalo cristalino eopaleozoico, en el flanco noroeste de las Sierras Pampeanas Septentrionales, muestran una persistente ocurrencia de turmalina en cantidades siempre llamativas. Ello se corresponde durante el Cenozoico con una emisión preferente de soluciones boratíferas de las fuentes termales localizadas en el extremo oriental de las cadenas volcánicas transversales.

Alonso y Viramonte (1985b) definen la Provincia Boratífera Centroandina que se extiende desde la Laguna Salinas en Perú, al salar de Maricunga en Chile a lo largo de 1500 km, con un eje transversal máximo de 450 km entre la depresión central del norte grande de Chile y la cubeta Salinas Grandes-Guayatayoc en la Puna jujeña de Argentina. La subprovincia boratífera

de la Puna Oriental comprende las ocurrencias descritas en este apartado y reúne la mayor concentración de boratos de América del Sur.

19.3. *Cloruros*

Actualmente, los recursos de mayor envergadura en sal gema pertenecen a este apartado y proceden de los megacuerpos salinos terciarios de la Puna Austral. Las reservas geológicas de sal involucradas superan las 50×10^9 t (Alonso et al. 1984). Los depósitos de sal gema de Tolar Grande y Pastos Grandes son descritos por Sgrosso (1943).

El cuerpo de sal de Tincalayu ocupa un área mínima de 20 km^2 y un espesor también mínimo de 160 metros. El perímetro y la potencia considerados corresponden al control de perforaciones, las cuales no lograron atravesar la unidad. Se estima que existe un considerable flujo de sal, de tipo diapírico, debido a los esfuerzos tectónicos ejercidos sobre el bloque estructural de la península de Tincalayu.

El cuerpo salino Pastos Grandes tiene una elongación comprobada de 40 km y un ancho mínimo de 5 km, con una potencia estimada en 500 metros a través de reconstrucciones estratigráficas tentativas. El espesor mínimo asegurado mediante un sondeo atravesó 130 metros de sal sin alcanzar la base. Los indígenas del período prehispánico han minado el cuerpo de Pastos Grandes según indicios arqueológicos, en proporciones por demás modestas (Alonso et al. 1984).

Los depósitos de halita de Antofalla y Tolar Grande pertenecen a la Formación Pozuelos del Grupo Pastos Grandes. En Antofalla, el cuerpo de sal puede reconstruirse con una geometría aproximada de 30 por 6 km y unos 500 metros de potencia. El cuerpo salino de Tolar Grande tiene dimensiones mínimas de 10 por 2 km y 100 metros de espesor, con una sal gema muy pura que ha sido objeto de extracciones comerciales.

En el flanco oriental del valle Calchaquí, frente a Tolombón y próximos al Morro de la Salina, existen bancos de halita intercalados en las formaciones

superiores del Terciario continental perteneciente al Grupo Santa María (Ruiz Huidobro 1965).

20. Depósitos exhalativos y termales

Las fases terminales de los episodios volcánicos andinos han derramado en superficie un volumen considerable de fluidos portadores de varios elementos y sustancias de interés económico. La mayoría de los grandes centros de estratovolcanes se forman a través de un proceso evolutivo que abarca varios millones de años e incluye diferentes episodios termales tardíos. El vulcanismo es un factor metalogénico trascendente al incorporar importantes cantidades de materia al ciclo geoquímico menor. La naturaleza subaérea del vulcanismo en el noroeste argentino ha condicionado estos fenómenos póstumos a los campos de fumarolas, solfataras y fuentes termales. Depósitos mixtos, de origen poligénico, suelen ser el resultado de la interacción activa con los procesos exógenos de meteorización y circulación de aguas vadasas. La conservación de las yacencias originales exhalativas en el ciclo menor implica, por lo general, que los ejemplos más claros atribuibles a este metalotecto estén representados por depósitos recientes, formados con posterioridad a la fase diastrófica Diaguitica.

El estudio de los sistemas geotermales como una de las alternativas destinadas a incrementar los recursos energéticos disponibles ha llevado, en los últimos tiempos, a dedicar considerables esfuerzos en la prospección y evaluación de campos geotérmicos activos. El conocimiento geológico de las áreas termales del noroeste argentino, tanto en las comarcas netamente volcánicas como en aquellas vinculadas con fallas regionales profundas, denota destacados progresos a partir de las prioridades brindadas a las investigaciones sobre energía no convencional (Moreno Espelta et al. 1975, 1979a, 1979b, 1980, 1981, 1982, Aquater 1979, 1980, 1981, Arias et al. 1980, Arias 1983, Arias et al. 1984).

Los subtipos establecidos describen

la composición de los productos depositados por estos fenómenos volcanogénicos, los cuales suponen todas las variantes posibles entre la sublimación en las fumarolas de alta temperatura (Sn, Fe), actividad solfatárica intermedia (S) y la precipitación de soluciones acuosas en fuentes termales que llegan a la temperatura ambiente (Mn, boratos, travertinos).

20.1 *Travertinos*

Desde un punto de vista utilitario, los depósitos de travertinos y calizas hidatogénicas se pueden reunir en dos grupos. Por un lado tenemos aquellas yacencias que poseen las cualidades adecuadas de color, textura, resistencia y belleza que las hacen aptas para obtener mármoles y piedras ornamentales con diversas aplicaciones. En el otro, están las rocas calcáreas de similar origen que, en atención a su situación favorable y elevada pureza química, se explotan como materias primas en la fabricación industrial de cal y cemento. En ambos casos están formados casi exclusivamente de aragonita y calcita.

Las comarcas occidentales de la Puna albergan los principales depósitos del travertino designado en el comercio como mármol, mármol ónix, mármol aragonita y mármol travertino. Configuran mantos de geometría irregular y espesor variable, siempre próximos a la superficie y en conexión con antiguas fuentes termales. Las variedades labradas se clasifican por el color: Rojo Divino, Verde Mundial, Verde Arita, Verde Esmeralda, Rojo Dragón, Caramelo, Azul Cielo; por el grado de impurezas: Inca, San Martín, Cocodrilo; y el tamaño: bloque, bochón, bochoncito, escalla y escallín. Los espesores de los bancos individuales de óptima calidad oscilan entre 15 y 40 cm, a la par que la potencia integrada de los mantos travertínicos rara vez excede los 4 metros.

De la cantera Norma, situada al norte del salar de Rincón y en el grupo minero Catua, proceden los exóticos mármoles de la variedad Azul Cielo, de singular belleza. El grupo minero León, ubicado

al oeste del salar, también ha sido objeto de explotaciones - 540 t en 1975-- en las variedades blanco, blanco amarillento y verde amarillento (Argañaraz 1976). En la depresión de Arizaro se destacan los grupos mineros Arita y Agua del Desierto. En el primero, las canteras Brach, Arita, La Franca y Don Jorge reúnen las mejores yacencias y se extrae mármol tipo San Martín en las variedades Verde Arita, Verde Mundial, Rojo Mundial y Rojo Divino. Únicamente en Brach y Arita, las reservas medidas y probables suman 20000 t (Ballivián 1975). El grupo Agua del Desierto comprende numerosas canteras ubicadas en la margen noroeste del salar de Arizaro, donde sobresalen las denominadas Tía María, Dragón y San Cayetano. En el distrito Tocomar-Olapato se trabaja un manto de travertino expuesto a lo largo de 800 metros con las canteras Nueva Tocomar, Ambar y Cayetana. A este distrito corresponde también el travertino del grupo minero Antuco.

Ocurrencias menores están muy distribuidas en la Puna con pertenencias otorgadas en el extremo norte del salar de Antofalla --grupo Juncalillo--, en los salares Tolillar y del Gallego, entre Archibarca y la vega Chascha, en la quebrada Honda, sierra de Pucará y en el salar de Pozuelos. También en las cabeceras del valle Calchaquí, al sur de La Poma, con la cantera Pozo Bravo. La producción de mármol ónix y similares de la provincia de Salta oscila en las 8000 t anuales. Los depósitos de travertinos equivalentes en Jujuy son más limitados. Predominan las canteras pertenecientes a los distritos limítrofes Tocomar-Olapato y Catua. Las canteras Yungara y Condorhuasi están ubicadas al oriente del salar de Olaroz. En el departamento Rinconada y relacionados con los volcanes Granadas y Coyahuaima, existen mantos de mármol ónix ubicados en las nacientes de los ríos Orosmayo y Rosario respectivamente.

Las calizas hidatógenas y travertinos comunes, destinados a la fabricación de cal y cemento, son más abundantes, tienen una distribución más amplia y algunas unidades alcanzan volúmenes

considerables, con espesores que pueden superar los 30 metros. Su explotación está condicionada en mayor grado por el acceso fácil a la red vial y la proximidad de los centros de consumo. En las comarcas subandinas se relacionan con manantiales termales, fósiles o funcionales, a su vez en estrecha dependencia con sistemas de fracturas profundas. Los travertinos alejados de las áreas volcánicas son en su mayoría depósitos mixtos en donde la participación de calizas sedimentarias disueltas y redepositadas, por las aguas circulantes del sistema geotérmico, puede ser muy importante. Las diferencias en las texturas de las rocas y las mayores dimensiones de estos depósitos estarían vinculadas con la circunstancia indicada.

En el departamento General Güemes, Salta, la Formación El Sauce (Moreno Espelta et al. 1979a) ha sido intensamente explotada mediante tres canteras y ha proporcionado unas 600.000 t en los últimos 15 años a la industria cementera. Con igual destino se explotan en Puesto Viejo, Jujuy, los travertinos de la Formación El Toba (Arias et al. en prensa) que ocupan una superficie aproximada de 23 km² con una potencia media de 6 metros. Hoy están agotadas las canteras Verde Onix y Cabeza de Toba, próximas al río Lavallén y en esta misma formación, que en décadas pasadas se han labrado por mármoles de revestimiento (Sgrossi 1943, Ahlfeld 1948). De las canteras de Puesto Viejo y Volcán procede en la actualidad la producción básica de calizas del noroeste argentino.

20.2. Manganeso y Hierro

Depósitos de manganeso y hierro de pequeñas dimensiones, pero en algunos casos de alta ley, son el resultado de la actividad volcánica y, más precisamente, de los manantiales termales en un rango bastante amplio de temperaturas de formación. Constituyen unidades volcánogeno-sedimentarias en donde las soluciones mineralizadoras impregnan las rocas de caja y las estructuras pr_o

ximas (Cortelezzi 1975). A menudo muestran forma de lente y una geometría concordante con la estratificación del material piroclástico y las rocas sedimentarias afectadas. En algunas ocasiones la deposición manganesífera es sin-genética con los sedimentos, sin embargo muchas veces es posible demostrar la relación epigenética de las partes. Las sedimentitas portadoras son de variada naturaleza y edad, aún cuando predominan las areniscas, tobas y demás sedimentos terrígenos del Cenozoico superior. Cuerpos discordantes de mena ocupan diversos rasgos estructurales desde el clásico relleno de fracturas a las superficies de discontinuidad interformacionales (discordancias, contactos en los bordes de unidades magmáticas, etcétera). La mineralogía comprende psilomelano, pirolusita, criptomelano, hausmannita, hollandita, hematita, limonitas, entre las especies más frecuentes, con ganga de calcita, aragonita, calcedonia y ópalo. A veces es posible diferenciar yacencias primarias y secundarias. Estas últimas suponen redepósitos a partir de soluciones supergénicas y, por regla general, muestran menores impurezas y mayores contenidos metálicos en manganeso o hierro. Casi toda la producción manganesífera del noroeste argentino se origina en esta clase de depósitos.

En la provincia de Jujuy, los yacimientos de Tafna, intercalados entre las tobas de la Formación Tafna (Turner 1964a) y los conglomerados cuaternarios terrazados, configuran cuerpos irregulares de impregnación con potencias muy variables, que llegan a los 3 metros. Un relleno de falla, con psilomelano, pirolusita y limonita, origina una veta subvertical de rumbo 345° que se extiende por cinco kilómetros, a lo largo de la cual se ubican las pertenencias mineras Silviana Luisa, Marita y Casablanca. En doce años de producción han proporcionado 30.500 t de mineral con 7500 t de manganeso. Las reservas probadas e inferidas son de 350.000 t y 66.000 respectivamente, con leyes medias entre 10 y 15% de manganeso. Sobre material seleccionado se obtienen leyes entre 20 y

30% de Mn (Menoyo y Padula 1972).

Coira (1979) describe las manifestaciones de manganeso localizadas en tobas y brechas de las formaciones Doncellas y VicuñaHuasi en el departamento Cochínoca. Los depósitos Pabellón e Iral muestran impregnaciones de psilomelano en las vulcanitas junto con minerales de hierro y aún de antimonio, tal como acontece en la mina San José. Manifestaciones ferríferas de hematita y goethita que cementan brechas oligomícticas de la Formación Acoite se conocen con el nombre de El Sombrero y Peñas Negras. Algunas asociaciones minerales procedentes de la Formación Doncellas incluyen magnetita, pirrotina e ilmenita, lo cual revela condiciones de mayor temperatura durante la formación de los depósitos. En Tumbaya las pertenencias mineras Santa Teresita y Santa María consisten en depósitos de óxidos de manganeso que afectan los niveles dolomíticos de la Formación Yacoraite. Otras manifestaciones manganesíferas en rocas paleozoicas se conocen en la margen izquierda del río León. Impregnaciones de óxidos de manganeso de baja ley, en vulcanitas, material piroclástico y areniscas se relacionan con los edificios volcánicos poligénicos de Socompa y Tuzgle. En este último caso el manto mineralizado cubre una superficie de 250 ha con una potencia entre 0,10 y 0,60 metros en el techo de la Ignimbrita Trincheras.

En la provincia de Salta, el grupo minero Ochaquí, situado al naciente del salar de Pastos Grandes, reúne diecinueve minas registradas que han producido 12.100 t de mineral, con una ley media de 28% de Mn, en tres años de explotación. La estimación de reservas indica existencias de unas 80.000 t con 25% Mn (Romani 1957, BIRA 1960). Los depósitos se encuentran ligados a las fases termal del vulcanismo del cordón de Aguas Calientes, posiblemente a la Formación Pucará (Turner 1964b). La mineralización impregna terrazas pleistocenas de areniscas, conglomerados y tufitas que apoyan sobre el basamento migmatítico de la Formación Oire. Los cuerpos minera-

lizados, subconcordantes e irregulares, tienen leyes variables y espesores que oscilan entre 0,5 y 2 metros. El grupo minero Remate, al sur del cerro homónimo, muestra un panorama geológico semejante al de Ochaqui. Los depósitos San Justo, San Carlos, Laguna Seca, Olga, Stella, Santa Bárbara, Santa Rosa y Mojón II proporcionan óxidos de manganeso en sedimentos terrazados cuaternarios con varios metros de espesor que culminan en un banco de travertino. Las reservas inferidas son del orden de 70.000 t con 20% de manganeso. Las ocurrencias de Piscuno, en el departamento La Poma, se explotan mediante las minas Ana María y Esteban. La mineralización está alojada en las estructuras favorables presentes en las calizas y areniscas calcáreas de la Formación Yacoraite. Se han desarrollado cuerpos de mena de alta ley, hasta 44% Mn, pero de dimensiones modestas --3400 toneladas-- (BIRA 1963).

En las inmediaciones del cerro Acay existen varios depósitos concordantes de manganeso en areniscas, por lo común infrayacentes a bancos de travertino. Se conocen las minas Jesús, Virgen del Valle, San Santiago y San José en la vertiente oriental. Hacia el oeste, en las proximidades del cerro Saladillo, los depósitos discordantes El Rodeo, Bordo de la Cueva y Sagitario forman vetas y cuerpos irregulares en el contacto de rocas volcánicas cenozoicas. Este panorama se repite en el entorno del cerro Quevar. Las manifestaciones Condorhuasi y Santiago (Mn) y Quirón (Fe) yacen al sur de la quebrada de Quirón. En la vertiente norte, los depósitos Vega Redonda y Olacapato muestran tres bancos mineralizados en areniscas cuaternarias que apoyan sobre ignimbritas. Hacia el noroeste, debajo de bancos travertínicos las minas Judith, Santa Ana, Quevar I-II y Arjona II muestran impregnaciones manganésíferas subconcordantes con areniscas y conglomerados cenozoicos. El depósito ha brindado 1.850 t de mena con leyes entre 20-25% Mn y las reservas estimadas alcanzan 40.000 t de mineral al 20% Mn (BIRA 1956). Manifestaciones manganésíferas de baja ley y

con las características señaladas tienen una dispersión muy amplia en las comarcas volcánicas puneñas. Se las ha denunciado al noroeste del salar de Rincon, en el borde norte del salar de Arizaro y al norte de la estación Unquillar del Ferrocarril General Belgrano. Algunas manifestaciones ferríferas formadas por vetas o cuerpos irregulares de hematita y limonitas, cuya relación con fuentes termales es incierta, se ubican tentativamente en este apartado.

20.3. Plata, Cobre, (Oro, Uranio, Mercurio)

En algunas ocasiones las fuentes termales derivadas de los episodios volcánicos y la actividad geotérmica a lo largo de ciertos juegos de fracturas, han precipitado metales de interés económico. Los depósitos yacen en bancos de travertinos o cementando materiales epiclásticos gruesos en unidades terrazadas del Cenozoico Superior.

Un interesante ejemplo se puede reconocer en los depósitos de plata y cobre concordantes con las secciones conglomeráticas ubicadas en el faldeo oriental de la sierra de Olaroz, departamento Susques, Jujuy (Lizárraga 1981). Mina La Providencia consiste de varios cuerpos de mena estratiformes que yacen en un paraconglomerado perteneciente a antiguas terrazas coluvio-aluviales, hoy infuncionales y sobreelevadas. Las rocas pefíticas son de carácter polimíctico donde predominan litoclastos angulosos del basamento paleozoico próximo sobre las vulcanitas dacíticas y andesíticas. En la sección estratigráfica se intercalan algunos bancos de tufitas claras, blancas, verdosas o rosadas según la procedencia del detrito y el grado de alteración hidrotermal. El área reconocida en los trabajos mineros ocupa unas 150 ha y descubre mantos mineralizados con potencias y leyes muy variables, en correspondencia con la circulación errática de las soluciones mineralizantes a través de los sedimentos. Los espesores en explotación oscilan entre 8 y 10 metros, aún cuando en perforaciones exploratorias se han comprobado hasta 50 metros de potencia.

Los minerales identificados incluyen cerargirita, plata nativa, stromeyerita, calcosina, oro, pirita, acantita, crisocola, malaquita, brochantita, calcantita, psilomelano, aragonita, calcita, yeso, sericita y caolinita. Muestras seleccionadas alcanzan 7,3 kg/t Ag, 5% Cu y 500 ppm Hg.

Los bancos de travertino y aragonita del grupo Agua del Desierto, Canteras Brach y Arita, son portadoras de anomalías uraníferas. Las denuncias registradas corresponden a las manifestaciones nucleares Verde I y II y Nuclear III y IV. La ocurrencia más promisorio es Verde II donde se han inferido 5 t de U_3O_8 con una ley media no inferior al 0,1% (Chiaradía 1981). El estudio mineralógico de la manifestación Verde I ha permitido comprobar la presencia de betauranofano primario, asociado con fluorita, celestina y óxidos amorfos de manganeso. La génesis de los depósitos se adjudica a la precipitación en aguas termales que lixiviaron en su ascenso la roca de campo constituida en todos los casos por granito.

20.4. Estaño y Hierro

Se le atribuye un origen volcánico exhalativo, a partir de fumarolas de alta temperatura, a la singular ocurrencia de casiterita y hematita de la ladera occidental del volcán Pululus, departamento Rinconada, Jujuy (Sgrosso 1943, Ahlfeld 1948). Los minerales forman impregnaciones y películas superficiales en las coladas lávicas, con típicas texturas de sublimación. La casiterita se presenta con una estructura radiada, de hábito espicular, de modo que los individuos alcanzan varios centímetros de largo. En el socavón Yareta del Pululus acompañan la casiterita fumarólica, hematita y angelellita (Ramdohr et al. 1959). Pese a su indudable interés genético, estas presentaciones no tienen mayores perspectivas económicas. Se han citado depósitos similares en los volcanes Zapaleri y San Pedro (Sgrosso 1943).

20.5. Azufre

En la alta cordillera del límite entre la Argentina y Chile, sobre cotas superiores a los 4500 m.s.n.m., se encuentran casi todos los yacimientos de azufre con importancia económica. Ellos ocupan una corrida de 250 km de extensión, en el perímetro occidental del departamento Los Andes, Salta, entre el volcán Socompa y la frontera salto-catamarqueña. Fuera del área indicada existen depósitos de interés en los volcanes Zapaleri y Tuzgle en Jujuy y en el volcán Azufre del complejo Quevar, en Salta.

El azufre nativo es el producto principal de la actividad tardío-volcánica en los campos de solfataras con la cual concluye la formación de algunos edificios volcánicos en la cordillera andina. Es interesante observar la distribución preferente de estos campos de solfataras al sur del lineamiento Calama-Olacapato-Toro, en el ámbito de la Puna austral. El azufre precipita por sublimación directa a partir de sus vapores o bien por reacción oxidante de las fases gaseosas SH_2 y SO_2 . Por lo general, impregna el material piroclástico, escorias y vulcanitas poco consolidadas en las áreas elevadas de los estratovolcanes. La acción solfatárica y las aguas termales alteran las rocas volcánicas y la decoloración implícita aparece como un elemento primario en la prospección minera del azufre. El caliche o sulfiche, resultante de la desintegración avanzada de estas rocas y su mezcla en proporción variable con azufre nativo, yeso, alunita, jarosita, calcedonia y materiales arcillosos, constituye la mena habitual de los yacimientos volcánicos de azufre. Las coladas de azufre muy puro, de alta ley, son una verdadera rareza.

La mina Julia en el volcán Estrella, entre 5100 y 5500 m.s.n.m., ha sido el yacimiento azufrero de este tipo más explotado de la Argentina. Su producción tuvo lugar durante 37 años a partir de 1941, con una media anual de 22.000 toneladas. El manto original de sulfiche y azufre, con leyes que llegaron a 50%, tenía 11 metros de potencia (Cuomo 1949, 1954). Las reservas remanentes actuales se estiman en 500.000 t con

leyes inferiores al 15%. En la corrida de río Grande y en el área austral del cerro Estrella, las reservas probables-
posibles suman 692.000 t al 26% (Bermúdez 1963, IBERGESA 1982). Las manifestaciones de azufre se prolongan hacia el norte en dirección de la corrida de Cori. Al sur del volcán Llullaillaco, las minas Silla, Sursilla y Petrona poseen una estimación de reservas de 1×10^6 t con leyes entre 36 y 11% (Argañaraz 1977). Al norte del Llullaillaco, existen varias áreas promisorias: Filón Azufre, Tres Abras, La Negra, El Aperó, Cerro Bayo y Técar. En la provincia de Jujuy, en la falda oeste del volcán Tuzgle y a 5200 m.s.n.m., mina La Betty operó bajo el límite económico y produjo 1200 t de azufre hasta 1955. Los recursos remanentes se ubican en las 50.000 t de azufre contenido (IBERGESA 1982).

La única yacencia de azufre nativo conocida en el ámbito subandino salto-jujeño procede del paraje Laguna La Quinta, departamento Santa Bárbara, Jujuy (Reverberi 1961, Moreno Espelta et al. 1981). El origen inusual de los depósitos, en estrecha relación de campo con travertinos, debe buscarse en las emisiones de casi un centenar de manantiales termales aún activos y asociados con sistemas de fallas del pie occidental de la sierra de Santa Bárbara. La paragénesis contiene además numerosos sulfatos de potasio y hierro (krausita, metavoltina, voltaíta, entre otros), junto a yeso y aragonita. Se han excavado 60 metros de galerías sobre la Formación Yacoraite, receptora parcial de los depósitos termales, de los cuales se habrían recuperado unas 200 t de azufre.

21. Depósitos biogénicos y residuales

Las contingencias climáticas del pasado geológico reciente han tenido especial relevancia en la distribución y naturaleza de las ocurrencias incluidas en este metalotecto. Interpretaciones paleoclimáticas referidas al Cuaternario de las regiones andinas centrales coinciden en señalar un período frío y húmedo durante el Pleistoceno en correspondencia a una glaciación de extensión variable, que en las provincias de Salta y Jujuy ha estado circunscripta a los

relieves superiores a los 4500 m.s.n.m., con mayor incidencia en las comarcas de la Cordillera Oriental colindantes con la Puna --sierras de Santa Victoria, Aguilar, Chañi y Pastos Grandes-- (Keidel 1922, Liboutry et al. 1958, Polanski 1965, Servant y Fontes 1978, Igarzábal 1984).

El ascenso de las regiones altiplánicas, acentuado tras la fase Diaguitica, la naturaleza endorreica de las comarcas sobreelevadas y el clima propicio --modificando sustancialmente las condiciones de aridez prevalecientes en el Terciario superior-- han sido factores de importancia en el origen y la evolución de los lagos pleistocénicos. El registro geológico de estos ambientes lacustres se encuentra muy bien documentado y es evidente que sus expresiones actuales --lagos Titicaca y Poopó, laguna de Pozuelos, para citar algunas-- tan sólo configuran las formas remanentes de sus etapas de máxima expansión, etapas al parecer coetáneas con la fusión y el retroceso generalizado de los glaciares de las altas cumbres. En Bolivia, Servant y Fontes (1978) reconocen tres expansiones lacustres pleistocénicas y ubican entre 12.500 a 11.000 años AP la última extensión. La aridez progresiva en la evolución climática del Holoceno ha marcado la retracción lacustre y, a menudo, la erosión consecuente de sus depósitos.

Los subtipos considerados incluyen las arcillas detríticas y residuales, diatomitas y turberas cuyas yacencias están en estrecha conexión a los ambientes límnicos o al clima húmedo del Pleistoceno. En raras oportunidades, algunos niveles de arcillas y diatomitas podrían estar intercalados en secciones estratigráficas terciarias.

21.1. Arcillas y caolines

En la actualidad, las cuencas de lagos y lagunas cuaternarias suelen exponer litofacies típicas donde predominan los sedimentos finos, con frecuencia varva-dos. Depósitos de arcillas y caolines pueden ocurrir en estas secciones y alcanzar grados de pureza comercial compatibles con las diversas aplicaciones

cerámicas e industriales. Sin embargo, aún incorporando al inventario las ocurrencias de origen hidrotermal, el volumen de los recursos es muy limitado en el norte argentino.

Del departamento Yavi, Jujuy, proceden las únicas arcillas blancas que entran en la categoría comercial de arcillas plásticas. Las minas La Lucha, Yurac, Firj, La Esperanza, La Mercéd y Virginia pertenecen al área de Tafna y han producido mineral hasta 1980, encontrándose hoy inactivas. El análisis químico muestra: $\text{SiO}_2 = 62\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26\%$; $\text{K}_2\text{O} = 0,73\%$; $\text{MgO} = 0,57\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,47\%$; $\text{CaO} = 0,26\%$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,09\%$; humedad = 3,17% y pérdida por calcinación = 6,72% (Heredia 1946). En el departamento La Poma, Salta, mina Julia tiene una cubicación parcial de 10.000 t de arcillas refractarias (BIRA 1965). Las arcillas rojas, muestran dispersión más amplia y una explotación intensiva para la industria de la construcción. Algunos depósitos tienen relación genética con una alteración de las áreas con mineralización hipogénica, tal como acontece en el prospecto Organullo, Salta. Los cuerpos caolínicos pueden ser muy puros, pero son invariablemente pequeños.

21.2. Diatomitas

Las diatomitas del noroeste argentino representan la acumulación mecánica de frústulos de diatomeas en el fondo de lagos y lagunas del Cuaternario. La naturaleza específica de la flora puede indicar la presencia de agua dulce en los antiguos biotopos y permite inferir que numerosos cuerpos continentales de agua de las regiones puneñas han tenido salinidades muy bajas, inclusive en los ambientes actuales de salares y salinas. En estos lugares ha sido posible, mediante el control de las especies fósiles, poner en evidencia una paleosalinidad creciente en el transcurso de los tiempos holocénicos (Frenguelli 1928, 1929, 1930, Servant Vildary 1978).

La producción salteña de diatomita oscila entre 1000 y 2000 t anuales y proviene del distrito minero Catua, en el departamento Los Andes. El grupo Morro

Blanco, con las minas La Salteña, La Catueña, Conalio I y III, muestra varios horizontes blancos de diatomita calidad "B", de hasta 0,60 metros de espesor, intercalados en arcillas grises, amarillentas y verdosas cuyos estratos arrumban con 165° y buzan 15° al SO. El grupo Salar del Rincón, minas Conalio II, IV y VI, yacen en un relieve deprimido y corrugado por asentamientos diferenciales. Contiene un estrato de diatomita calidad "A", de 1,20 metros de potencia, bajo una cubierta detrítica de 1,30 metros de espesor, conjunto invadido periódicamente por aportes freáticos salobres.

En la quebrada de Olajaca aflora una yacencia de calidad "A", con afloramientos de diatomitas a lo largo de 400 metros y espesores visibles de hasta 3 metros, interestrafiadas en arcillas amarillentas. En Salta y Jujuy abundan los depósitos de diatomitas sin categoría comercial. En la región del salar de Pocitos, las minas Huesca y Bolea comprenden ocurrencias saltuarias de diatomitas puras del acarreo reciente de la quebrada de Incahuasi, carentes de importancia económica por su reducido volumen. Existen manifestaciones situadas al este de la laguna Socompa cubriendo una superficie de 9 hectáreas. En el departamento La Poma, sobre la margen derecha del río Los Patos y bajo su acarreo reciente, asoman horizontes de diatomita impura con materia orgánica y raíces. En el departamento Yavi, los afloramientos en la margen derecha de la quebrada de Barrios muestran diatomitas impuras y son referencias clásicas de la literatura geológica (Beder 1928, Sgross 1943, Turner 1964a). Existen varios asomos semejantes al sur del cerro Tafna y en el borde oriental de la laguna de Pozuelos. Se conocen dos depósitos ubicados unos kilómetros al oeste de Huacalera y algunas manifestaciones menores en el cerro Blanco, al sur del cordón de los Siete Hermanos.

21.3. Turberas

Las comarcas elevadas de Jujuy y Salta, tanto en la Puna como en la Cordillera Oriental, suelen preservar depó-

sitos de turbas que testimonian las condiciones climáticas favorables, frías y húmedas, durante el transcurso del Cuaternario. Las yacencias se pueden agrupar en dos tipos: turberas de salar y turberas de montaña, estas últimas tienen buen drenaje y comparativamente son ricas en carbono orgánico con baja cantidad de sales solubles. Las turberas de montaña cumplen una importante función como reguladores hidrológicos naturales en las nacientes de las redes fluviales durante el ciclo estacional (Igarzábal 1984a). Las turberas del cerro Acay, ubicadas en el abra sudoccidental y en las cabeceras del río Calchaquí, son las yacencias conocidas más destacadas. Están cubiertas por las concesiones Marcelo Daniel, Emilia y Asunción, cuyos mantos tienen una superficie promedio de 2 ha con 3 m de espesor. El peso específico relativo de la turba oscila entre 0,32 a 1,96 y el contenido de materia orgánica entre 35 y 67%. El pH varía de 3 a 6,4, el contenido salino soluble entre 292 y 3645 mg/l y la humedad higroscópica desde 5,15 a 14,03% (Igarzábal 1981). Las turberas de la quebrada de Rupasca, en el departamento Los Andes, Salta, cubren extensiones de hasta 11 ha con importantes espesores, buen drenaje y baja salinidad. En la provincia de Jujuy, los depósitos de turba más destacados son los de Milluyoc, en las proximidades de Iturbe. De inferior calidad son las turberas sitas sobre el granito de la Formación Oire en Susques; aquellas ubicadas en la vertiente oeste del volcán Tuzgle y las que se encuentran en las quebradas del faldeo norte del volcán Coyahuaima.

La extracción de turba en la región es modesta y atiende un consumo local poco diversificado. El habitante del altiplano suele cortar en panes la turba pobre, con abundante material detrítico y peso específico elevado, para la construcción de muros y cobertizos. Su empleo en calidad de combustible no es frecuente. El uso más extendido la incluye como mejorador vegetal en cultivos de alto valor unitario. Las turberas de salar, así llamadas por su ocu-

rrencia en las zonas bajas de la Puna, al borde de lagunas y salares, son de inferior calidad por su alto contenido en sales minerales solubles, en general cloruros y sulfatos de sodio. Suelen contener intercalaciones ferruginosas, presentan un peso específico relativo más elevado y Ph alcalino (Igarzábal comunicación personal). Se conocen turberas en las depresiones pertenecientes a las lagunas de Vilama, Pozuelos, Guayatayoc y Salinas Grandes en Jujuy, y en el salar de Pastos Grandes en Salta. En áreas aún más bajas de la Cordillera Oriental también existen turberas de pobre calidad y desarrollo incipiente. Se conocen mantos de 3 metros de espesor en discordancia sobre areniscas y conglomerados grises de la Formación Río Guanaco (Gebhard et al. 1974) en el arroyo San Alejo, departamento de la Caldera, y en la quebrada Agua Chuya, Rosario de Lerma, Salta (Iñiguez 1976).

22. Evaporitas recientes y Salmueras

La evolución tectónica, climática y geomorfológica de la Puna argentina a partir de la fase diatrófica Diaguitica es, a grandes rasgos, análoga a la acaecida en el altiplano de Chile, Perú y Bolivia. Las numerosas cuencas deposicionales formadas, de carácter intermontano y drenaje interno, muestran en superficie ambientes salinos típicamente continentales: salares o menos frecuentemente lagos y lagunas saladas con sus salinas estacionales. El clima seco de altura, con su intensa heliofanía y menudado registro pluviométrico, favorece elevados índices de evaporación en las extensas superficies planas, por lo general carentes del efecto moderador de una cubierta vegetal mínima. Consecuentemente, la concentración y circulación de salmueras y la precipitación de evaporitas son los fenómenos dominantes en las llamadas playas del salar.

Las fuentes haloquímicas de los salares actuales son de naturaleza mixta con participación indistinta de la actividad volcanogénica terminal y de los agentes exógenos, que reciclan sales por lixiviación y redepósito a partir de las anti-

guas unidades sedimentarias. Si bien existen al presente fuentes termales y géiseres funcionales, que aportan soluciones mineralizadas a los salares, esta actividad ha sido mucho más enérgica en etapas anteriores de la historia volcánica andina (Catalano 1930, Muessig 1966, Ericksen y Stoertz 1974, Alonso y Viramonte 1985a). Las modificaciones del clima durante el Holoceno han acentuado progresivamente las condiciones de aridez al facilitar, con el descenso del nivel freático, procesos degradantes en las costras salinas. Los fenómenos de crío y haloclastismo son considerables y participan de la asimilación y desintegración del material detrítico que se incorpora periféricamente a los salares (Igarzábal 1984b). En el Cuaternario reciente, una neotectónica aún activa acompaña la erosión y degradación de algunos salares con la inclinación de las superficies deposicionales primitivas. Existen evidencias que sugieren una migración selectiva de sales a lo largo de las nuevas pendientes de la costra salina (Peralta 1980).

En el metalotecto se consideran varios subtipos conforme a las especies minerales dominantes en las explotaciones comerciales o en los prospectos conocidos. Las salmueras constituyen un importante recurso potencial que tiene asegurado un futuro económico promisorio con los avances tecnológicos y los requerimientos crecientes de materias primas.

22.1 Carbonatos

Los depósitos evaporíticos de carbonato de sodio son muy escasos en la Puna salto-jujeña. Casi todas las yacencias conocidas son subeconómicas o bien configuran indicios de interés mineralógico por la presencia de natrita, trona y pirssonita en pequeñas cantidades. Manifestaciones de estas características se han observado en los bordes de los salares de Arizaro, Pastos Grandes y Pozuelos, en la vega El Tolar en Salta y en el cerro Escaya en Jujuy. La única mina registrada, Santa María, no es explotada en la actualidad y se encuentra en el paraje cerro Rincón, departamento Los

Andes, Salta (Picchetti 1980). Se han cubicado unas 2.700 t de mineral probable y 9.700 t de mineral posible, con leyes medias de 20,23% CO_3HNa y 10,24% CO_3Na_2 , en sólo la tercera parte de la superficie económica potencial ocupada por la laguna Santa María (Reverberi 1960).

22.2 Sulfatos

Entre los sulfatos que integran las evaporitas recientes de los salares se destacan thenardita y mirabilita, los cuales se explotan bajo la designación comercial de sulfato de sodio. El yeso existente no se extrae pues, en general, carece de pureza y precio que asegure su rentabilidad frente a los costos del transporte. Glauberita es un sulfato que se encuentra en cantidades muy limitadas pero está muy distribuido en las secciones evaporíticas de varios salares.

El distrito minero de sulfato de sodio más conocido reúne medio centenar de minas registradas y se ubica en el salar de Río Grande, departamento Los Andes, Salta. El área mineralizada ocupa una franja central del salar, de unos 7 km de elongación meridiana, en un manto con 0,50 a 1,20 metros de espesor. Una cubierta detrítica variable, entre 0,20 a 0,30 metros de potencia promedio, se incrementa notablemente en las zonas marginales. Angelelli y Ezcurra (1962) citan reservas del orden de las 41×10^6 t en un manto que cubre 18.000 hectáreas. Las minas Cristina y Pacífica han continuado las ventas de mineral en los últimos años, luego del cierre del Establecimiento Azufrero Salta en La Casualidad.

En vega de Arizaro, la mina San Martín tiene una cubicación estimada en 30.000 t con bancos mineralizados de 0,20 a 1 metros de potencia. Otras yacencias de sulfato de sodio se han reconocido en la laguna de Socompa con 600.000 t de reservas estimadas (Cuomo 1960), en el paraje Aguas Amargas y en la mina María Auxiliadora del salar de Pocitos y en el sector sur del salar de Arizaro, todas en la provincia de Salta. En Jujuy existen depósitos ubicados en el

salar de Cauchari, laguna de Jama y Salinas Grandes.

22.3. Boratos

Este apartado representa el valor económico más destacado del metalotecto y uno de los mayores volúmenes de sales comercializadas. Los cuerpos mineralizados tienden a formar mantos de espesor variable y geometría irregular por debajo de las capas superficiales en las costras salinas de algunos salares. El mineral básico de mena es ulexita y menos frecuentemente bórax. Al presente y en las playas de salar ocurre la cristalización de ulexita de modo masivo y estratificado (barras) o en nódulos pseudogenéticos (papas) dentro del sedimento detrítico. Es un fenómeno común descrito por varios autores (Sgrosso 1943, Ahlfeld 1948, Aristarain y Hurlbut 1972). En Jujuy se destacan las borateras de Coyahuaima, Olaroz, Guayatayoc y Cauchari. En la boratera de Coyahuaima, Reverberi (1968a) cubió 3.700 t de mineral con leyes entre 30,7 y 41,3% B_2O_3 . Las explotaciones de salar de Olaroz se han incrementado notablemente en los últimos años y para el sector de Turi Lari se han estimado 11.089 t de bórax con 29,8% B_2O_3 y 4.239 t de ulexita con 20% B_2O_3 (Reverberi 1968b). En la laguna de Guayatayoc se han cubiado $1,5 \times 10^6$ t de ulexita húmeda o bien, 622.000 t de ulexita seca con 30 a 35% B_2O_3 (Reverberi 1968c, Sandruss 1978, de los Hoyos 1978). Cristales de bórax completamente euhedros que alcanzan hasta 10 cm de longitud, se desarrollan en suspensiones de lodo de lagunas salinas en Cauchari, Lagunas Blancas, Turi Lari, Jujuy (Ahlfeld 1948, Angelilli et al. 1983). La precipitación química de los boratos en los salares tiene lugar a partir de las salmueras enriquecidas con soluciones boratíferas de filiación volcanogénica (Barnabé 1915, Catalano 1927). Las fuentes termales alumbran a lo largo de las fallas que limitan las cuencas evaporíticas, por lo cual a menudo quedan ocultas bajo los acarreos detríticos y depósitos de faldeo (Alonso y Gutiérrez 1984). En otros casos, los centros emisores yacen en altura ocupando quebra-

das y laderas del sustrato de los complejos volcánicos y si bien están relacionados con su actividad póstuma, rara vez yacen en los aparatos volcánicos mismos. Por lo general, se implantan en fracturas que afectan un zócalo de rocas premesozoicas (Alonso y Viramonte 1985a).

En la provincia de Salta se destacan los salares boratíferos de Diablillos, Hombre Muerto, Ratones, Centenario, Pozuelos y Rincón, con 30×10^6 t de mineral combinado en calidad de recursos estimativos. Se incluyen los cuerpos salinos de Los Negros, Aguas Amargas y las terrazas pleistocénicas del salar de Pastos Grandes, con ulexita e inyoita (Alonso et al. 1984). Existen manifestaciones menores de ulexita en los salares de Llullaillo y Pocitos. Sólo en cuatro minas de ulexita --Pampa Ciénaga, Purnamarca, María Teresa y Margarita-- en Centenario y Pozuelos, se han cubiado reservas de 324.000 t con 32% B_2O_5 (Argañaz 1979). La producción anual salteña, excluido el volumen procedente de los yacimientos fósiles terciarios, triplica las extracciones realizadas en Jujuy. La mayor parte de la producción jujeña, que oscila en las 5000 t anuales, procede del salar de Cauchari, donde se registra más de un centenar de pertenencias mineras. También se han extraído boratos de Olaroz, Salinas Grandes, Guayatayoc, Coyahuaima y Laguna de Jama. Se conocen depósitos de bórax en laguna de Vilama. En Salinas Grandes, por debajo de la costra salina anual, se han cubiado 120.000 t de ulexita, aún sin extraer. Al presente, los recursos potenciales de ulexita de la Puna argentina son los mayores del mundo.

22.4. Cloruros

La precipitación evaporítica en la superficie de los salares de la Puna proporciona una fuente cuantiosa de sal. Aún cuando existen otros proveedores mejor ubicados en función de los centros de consumo, Salta y Jujuy introducen entre 40.000 a 50.000 t anuales de halita en el mercado nacional. Comparativamente en relación a los depósitos interes-

tratificados terciarios de sal gema, la extracción minera a partir de las evaporitas recientes en las playas de salar obtiene mayores facilidades en el acceso, minado y pureza del producto, con la cosecha estacional de sal, en forma directa o mediante el empleo de piletas de precipitación.

La producción de Jujuy es de 10.000 a 20.000 t anuales y radica casi exclusivamente en Salinas Grandes. Salta beneficia el sector Cangrejillos de Salinas Grandes y numerosas salinas ubicadas en los salares de Taca Taca, Pastos Grandes, del Rincón y Pozuelos.

22.5. Salmueras

El interés por la explotación comercial de salmueras registra un notable incremento en los últimos años, especialmente para la obtención de elementos metálicos ligeros (K, Li, B, Mg, Ca, Na, Cs, Rb, entre otros). Las aguas pertenecientes a los sistemas hidrogeológicos de la Puna generan con facilidad salmueras, es decir disoluciones acuosas de iones y coloides en concentraciones superiores a 35 g/litro. La calidad y cantidad de los solutos recuperables en las salmueras del altiplano andino sudamericano han motivado investigaciones específicas en Chile (Vila 1974, Ericksen et al. 1976, Chong Díaz 1984), Bolivia (Ericksen et al. 1977, Davis et al. 1978) y Argentina (Poppi et al. 1977, Poppi 1978, Amengual 1979, Nicolli et al. 1980 y 1982).

Un estudio preliminar sobre los catorce salares mayores de la Puna argentina ha revelado la presencia de concentraciones importantes de K, Li, Mg y B en sus salmueras (Nicolli et al. 1980, Nicolli 1981). La investigación detallada de las salmueras pertenecientes a la cuenca del salar del Hombre Muerto, el más promisorio en la comparación preliminar, indica que ellas son del tipo clorurado sódico, saturadas, con 330 a 335 g/l de sólidos totales disueltos. Los contenidos medios muestran K^+ : 7-8 g/l; Li^+ : 0,7-0,8 g/l; Mg^{++} : 0,5-0,9 g/l; Ca^{++} : 0,9-1,2 g/l; $B_4O_7^{-2}$: 1,3-1,7 g/l; Rb y Cs: 110-160 ppm sobre residuo seco. Las

correlaciones entre contenidos de Li/K y Cs/Rb son muy significativas y los valores absolutos del Li superan en 2,5 veces los contenidos de salmueras explotadas comercialmente en los Estados Unidos de América desde hace 20 años para la obtención de este elemento. Las investigaciones actuales se orientan a determinar la capacidad productiva del acuífero del salar y el diseño óptimo de las plantas de recuperación de las sales a partir de las salmueras (Nicolli et al. 1982).

23. Placeres

Los factores condicionantes de la acumulación mecánica de resistatos no han tenido una incidencia considerable durante la tercera época metalogénica en el noroeste argentino. Por una parte, las preconcentraciones primarias de minerales resistentes son muy limitadas y prácticamente inexistentes las ocurrencias de extensas anomalías de minerales no lábiles. Por otro lado, las condiciones paleoclimáticas de aridez dominante en la Puna a partir de la fase diastrófica Incaica, si se exceptúa un lapso frío y húmedo durante el Pleistoceno, no fueron las más favorables. Los placeres conocidos reflejan esas limitaciones en la participación de los distintos tipos de concentrados: eluviales, coluviales y aluviales; estos últimos sólo con un cierto desarrollo en el Pleistoceno. En cambio, los depósitos coluviales predominan en la Puna salto-jujeña debido al clima riguroso y a la neotectónica de subsidencia de bloques. Ello ha dado origen a placeres de tipo torrencial o de bajada, de mala selección granulométrica, pobre separación gravimétrica de menas, escaso volumen y sobrecubiertas potentes, todos factores que le confieren a estas manifestaciones un modesto significado económico.

En función de la mena se ha subdividido el metalotecto en tres subtipos, que ocurren en estrecha asociación espacial con mineralizaciones primarias pertenecientes a distintas épocas metalogénicas o incluyen presentaciones de oro, estaño, bismuto y niobio-tantalio.

23.1. Bismuto-Tantalíferos

Los placeres bismuto-tantalíferos están asociados a la mineralización primaria contenida en las pegmatitas del distrito El Quemado descripto como metalotecto 2. La escarpada topografía del área que ocupan aparentemente no ha favorecido el desarrollo de concentraciones mayores; las existentes, se limitan a prospectos o manifestaciones pequeñas reducidas a la inmediata cercanía de las vetas. El depósito más importante corresponde a mina Tres Tetas y fue también el más trabajado. Se trata de un placer aluvional extendido unos 300 metros a lo largo de la quebrada que corta los filones pegmatíticos, sobre un basamento constituido por metamorfitas y trondhjemitas. La mineralogía económicamente relevante consiste en rodados de columbita de hasta 2-3 cm, de bismuto y bismutinita generalmente alterados. Además, en la quebrada El Quemado cerca de Santa Elena hay indicios de tantalita en pequeños aluviones inmaduros, mientras que en El Peñón existe un aluvión de poco desarrollo que contiene tantalita y bismutinita. Se estima que una proporción significativa de la producción obtenida durante la breve actividad del distrito, corresponde a la explotación de las concentraciones secundarias descriptas. Una reciente evaluación preliminar de ellas (Castillo et al. 1985) indica que están parcialmente agotadas y no respalda expectativas alentadoras.

Se incluye también en este apartado el depósito Curuto reseñado por Angelelli (1950), consistente en un placer de bismuto que abarca un área de 300 x 500 metros en las cabeceras de dos quebradas del cerro homónimo situado en el límite argentino-chileno. El llampo de esta manifestación contiene 4 kg/m³ de bismuto y posiblemente wolframita derivados de vetas emplazadas en vulcanitas ácidas.

23.2. Estanníferos

Las concentraciones aluvionales de estaño están reducidas al ángulo noroeste de la provincia de Jujuy y asociadas a las manifestaciones australes de la pro-

vincia estannífera boliviana. De la mineralización xenotermal vetiforme perteneciente a mina Pirquitas deriva el depósito más importante. Se extiende entre la quebrada de Pircas y el cerro Galán con una longitud aproximada de 30 km y abarca unas 800 hectáreas de los lechos fluviales de los ríos Pircas, Laymes y Orósmayo. El yacimiento comprende aluviones recientes y terrazas del Pleistoceno dispuestas en discordancia sobre un sustrato de areniscas terciarias (Sgrosso 1935, 1939). El llampo, bajo una cubierta psefítica consolidada generalmente inferior a 5 metros, alcanza espesores variables entre pocos centímetros y un metro. Su contenido varía entre 15-20 kg/m³ de rodados de casiterita microcristalina con leyes de 60% Sn, 4-5% Fe y 180 g/t Ag en las zonas más ricas, y 1-3 kg/m³ en la zona más alejada de Ajedrez. Incluye también tenores de 1 g/t Au procedentes de las vetas cuarzosas que encajan en sedimentitas ordovícicas descriptas en el metalotecto 4.3. La explotación, iniciada en 1933, produjo más de 15.000t de concentrados en los primeros 15 años de actividad.

Al oeste del cerro Granadas, las quebradas que drenan el complejo volcánico formado por los cerros Solterío, Caucani y Colorado, contienen manifestaciones de casiterita arriñonada aluvional, posiblemente derivadas de venillas dispersas en las extensas coladas volcánicas que lo constituyen. La única concentración de relativo interés se encuentra en la quebrada de Cerro Negro, donde en forma precaria se explotó un aluvión de modestas dimensiones (Ahlfeld 1948). Pequeños eluviones o aluviones de casiterita que carecen de relevancia económica, se conocen como procedentes de las manifestaciones fumarólicas del cerro Pululus y de aquellas similares que asoman más al sur en los cerros Pairiquí, San Pedro y Zapaleri (Sgrosso 1943).

23.3. Auríferos

Las manifestaciones aluvionales de oro de la región están puntualmente difundidas en gran parte de la superficie abarcada por la Puna, con tendencia a concen-

trarse en su mitad septentrional. Las referencias más lejanas (De Moussy 1860, Brackebusch 1883, Stelzner 1885, Novarese 1893, Bodenbender 1902, Barnabé 1915), consignan algunas de las ocurrencias y aportan datos sobre la actividad extractiva, generalmente realizada en forma artesanal y precaria, continuadora de antiguos trabajos que se remontan a tiempos precoloniales durante la dominación incaica, o a los posteriores ejecutados en las reducciones jesuíticas. Los trabajos más recientes describen mejor algunos depósitos o sintetizan la información precedente (Kittl 1931, Stegmann 1942, Sgrosso 1943, Ahlfeld 1948).

La mayoría de los placeres conocidos se han formado a partir de depósitos vetiformes contenidos en sedimentitas ordovícicas de la Formación Acoite, adjudicados en este trabajo a removilizaciones diagenéticas de preconcentraciones exhalativas vinculadas al vulcanismo concomitante (4.3). Unos pocos proceden de la disgregación de los filones subvolcánicos de oro y antimonio (17.2) generados en el Terciario. Las principales concentraciones están ubicadas en la provincia de Jujuy en los alrededores de Santa Catalina y Rinconada, distribuidas en una faja submeridiana de afloramientos ordovícicos que es disecada por los ríos San Juan de Oro, de las Granadas, Orosmayo, Ajedrez, Cincel y numerosos tributarios estacionales menores. Prácticamente todos los cursos presentan en algún tramo indicios de oro aluvial, ya sea reciente o en placeres fósiles contenidos en terrazas o conos pleistocénicos; menos comunes son las concentraciones terciarias como las de mina Eureka, descriptas en otro apartado (14). Se conocen los depósitos El Torno, La Perdida, Azules, Ajedrez, San Francisco, Guadalupe, Oratorio, Santo Domingo, El Cóndor y Patapampa entre otros, algunos simples eluviones inmediatos a vetas primarias y otros, placeres de bajada producto de la selección mixta gravitativa e hídrica. Las leyes atribuidas varían considerablemente según los autores: por ejemplo Sgrosso (1943) consigna

para El Cóndor 2 g/t en el aventadero, 15-18 g/m³ en las partes enriquecidas del llampo inferior y 5-8 g/m³ en su mayor parte, mientras que informes recientes (Daroca 1978) asignan 0,2-0,5 g/m³ al llampo intermedio y bajo tenor de oro al aventadero.

El mineral se presenta como oro libre en granos, pepitas y pajuelas, por lo general pequeñas, ocasionalmente mayores de 50 g, con una fineza de 940-970 milésimas según distintos autores. Se conocen manifestaciones menores de oro aluvial en los cerros Tucunqui, Ramadas, Panizos, Cuevas, Pululus, Granada, Rosario de Coyahuaima, Toro, Olaroz Chico en Jujuy y en Cauchari, Catua, Abra del Gallo, San Antonio de los Cobres y Saladillo, en Salta.

Los registros de producción aurífera son imprecisos y escasos. Angelelli (1950) consigna 150 kg para el lapso 1918-1931 en la mina El Cóndor, mientras que Ahlfeld (1948) estima en 20-25 kg anuales el oro producido en Rinconada y en 8-15 kg el producido en Santa Catalina, con un total de 60-80 kg para la provincia de Jujuy. La actividad al presente está reducida a la explotación rústica manual que los lugareños practican estacionalmente luego de la temporada de lluvias.

APENDICE

Índice de localidades (Figuras 1, 2 y 3)

1. Volcán
2. Las Tienditas
3. El Quemado
4. Inca
5. Titiorco
6. María Cristina
7. Edith Luisa
8. Sierra de Aguilar
9. San Marcial, La Perla
10. Bélgica, General Lehman
11. Pumahuasi, Sol de Mayo
12. Poscaya
13. Mono Abra
14. Viscachani, La Ciénaga
15. Viscachani Norte
16. Santa Rosa
17. Azules

18. Oratorio
 19. Timón Cruz
 20. El Cóndor
 21. La Argentina
 22. Rinconada
 23. Incahuasi
 24. La Esperada
 25. Tacuñil
 26. Río Irúya
 27. Zapla
 28. Santa Bárbara
 29. Puesto Viejo
 30. Unchimé
 31. Tarón (Centenario)
 32. Berilo I, II, IV (Luracatao)
 33. El Toldo (Cerro Blanco)
 34. Aguada de la Piedra
 35. Los Alisos
 36. Rangel
 37. Tusaquillas
 38. La Niquelina
 39. El Quirusillal
 40. La Esperanza
 41. Romicruz
 42. Custodio, San Martín
 43. 1° de Mayo
 44. María Elena
 45. Martín Bronce
 46. Don Otto
 47. Pedro Nicolás
 48. Los Berthos
 49. Martín Miguel de Güemes
 50. Providencia
 51. Rosario de la Frontera
 52. Elba, León, María
 53. El Chorro, El Salto
 54. Punilla
 55. Santa Bárbara
 56. Paranilla
 57. El Morenito
 58. Cañizares
 59. Los Colorados, Aguas Amargas
 60. Cortaderas
 61. Inés, Margarita
 62. Eureka
 63. El Acay, El Milagro
 64. Inca Viejo
 65. Taca Taca
 66. Vizcacheral
 67. El Oculto
 68. Santa Inés
 69. Chinchillas
 70. Pan de Azúcar
 71. Vince, Armonía
 72. La Esperanza
 73. La Concordia
 74. Saturno, Encrucijada
 75. Pabellón
 76. Incachule
 77. Pirquitas
 78. Panizos, Alcoak, Salle
 79. Quirón
 80. Rupaska
 81. Ramadas
 82. Vega de Arizaro
 83. Los Patos
 84. Socompa
 85. Aguiliri
 86. Pastos Grandes, Sijes
 87. Antofalla
 88. Tincalayu
 89. Tolar Grande
 90. Loma Blanca
 91. Catua
 92. Arita, Brach
 93. Tocomar, Olacapato
 94. El Sauce
 95. Puesto Viejo
 96. Tafna

97. Ochaquí, Remate
 98. La Providencia
 99. Agua del Desierto
 100. Pululus
 101. Julia
 102. Silla, Sursilla, Petrona
 102. La Betty
 104. Zapaleri
 105. La Quinta
 106. La Lucha
 107. Julia
 108. Morro Blanco, Conaflot
 109. Laguna Socompa
 110. Barrios
 111. Marcelo Daniel, Asunción
 112. Rupaska
 113. Milluyoc
 114. Vilama
 115. Pozuelos
 116. Santa María
 117. Río Grande
 118. Cauchari
 119. Olaroz
 120. Salinas Grandes
 121. Diablillos
 122. Hombre Muerto
 123. Ratones
 124. Centenario
 125. Rincón
 126. Lullaillaco
 127. Taca Taca
 128. Pastos Grandes
 129. Pocitos
 130. El Quemado
 131. Pircas, Galán
 132. Oros mayo
 133. Rinconada
 134. Santa Catalina
 135. Olaroz Chico
 136. Toro
 137. Rosario de Coya huaima
 138. Río Horcones

BIBLIOGRAFIA

- Aceñolaza, F.G., H. Miller y A.J. Toselli, 1980. Die Geologie der Sierra de Ancastí (Provinz Catamarca, Argentinien) Ein Überblick. Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie, 51: 127-149. Münster.
- Aceñolaza, F.G. y A.J. Toselli, 1981. Geología del noroeste argentino. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales, Publicación especial, 1283: 1-212. Tucumán.
- Ahlfeld, F., 1948. Estudio geológico de yacimientos minerales de la provincia de Jujuy. Yacimientos minerales de Jujuy. Universidad Nacional de Tucumán, Instituto de Geología y Minería, Publicación, 455. Jujuy.
- Ahlfeld, F., 1952. Die süd-bolivianische Antimonprovinz. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 83 (2-3): 313-346. Stuttgart.
- Ahlfeld, F., 1967. Metallogenic epochs and provinces of Bolivia. The tin province (part I). The metallogenic provinces of the Altiplano (part II). Mineralium Deposita (2): 219-311. Berlín.

- Ahlfeld, F. y A. Schneider Scherbina, 1964. Los yacimientos minerales y de hidrocarburos de Bolivia. Departamento Nacional de Geología, Boletín especial, 5, 388 p. La Paz.
- Alonso, R.N., Malanca de Lisi, H.S. y R.J. Sureda 1982. Consideraciones sobre el Ordovícico en la sierra de Aguilar, Jujuy, Argentina. Instituto De Ciencias Geológicas, Revista, 5: 15-37. Jujuy.
- Alonso, R.N. y R. Gutierrez, (en prensa) Litoestratigrafía del Neógeno terminal Puna Sudoriental argentina. Universidad Nacional de Jujuy. Instituto de Ciencias Geológicas, Revista. Jujuy.
- Alonso, R.N., R. Gutierrez y J.G. Viramonte, 1984. Megacuerpos salinos cenozoicos en la Puna Argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas I: 25-42. Buenos Aires.
- Alonso, R.N. y J.G. Viramonte, 1985a. Geiseros boratíferos de la Puna argentina. Cuarto Congreso Geológico Chileno, Actas II(3): 45-63. Antofagasta.
- Alonso, R.N., J.G. Viramonte y R. Gutierrez (en prensa). Consideraciones sobre la evolución geológica y los recursos minerales de la Puna argentina. Simposio Internacional de Tectónica Centro Andina y relaciones con Recursos Naturales (1984). La Paz.
- Allmendinger, R.W., T.E. Jordan, M. Palma, R. Ramos y V.A. Ramos, 1982. Perfil estructural de la Puna catamarqueña (25-27°S). Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Actas I: 499-518. Buenos Aires.
- Amstutz, G.C., 1959. Syngenese und Epigenese in Petrographie and Lagerstättenkunde. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 39: 5-84. Berna.
- Amstutz, G.C., 1978. Zu einer Metallogenie der zentralen Anden von Peru. Münstercher für Forschungen zur Geologie und Paläontologie, 44/45: 151-178. Münster.
- Angelelli, V., 1946. La geología y génesis del yacimiento ferrífero de Zapla, Mina 9 de Octubre, departamento Capital, Provincia de Jujuy. Asociación Geológica Argentina, Revista, 1(2): 17-148. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1950. Recursos minerales de la República Argentina. Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales. Museo Bernardino Rivadavia, Revista Ciencias Geológicas, 2, 259 p. Buenos Aires.
- Angelelli, V., 1971. Geología de los yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, 1: 1-392; 2: 393-704. La Plata.
- Angelelli, V., A. Aristarain, A. Herrera y E. Fernández Lima, 1970. Descripción del Mapa Metalogenético de la República Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería, Anales, 15, 172 p. Buenos Aires.
- Angelelli, V., M.K. de Brodtkorb, C. Gordillo y H.D. Gay, 1983. Las especies minerales de la República Argentina. Servicio Minero Nacional, 528 p. Buenos Aires.
- Angelelli, V. y T. Ezcurra, 1962. Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina. Consejo Federal de Inversiones. Recursos Minerales, VI, 297 p. Buenos Aires.
- Angelelli, V. y J.C. Fernández Lima, 1972. Ciclos metalogenéticos de la Argentina in J.C.M. Turner (Coordinador) Geología Regional Argentina, Segundo Simposio. Academia Nacional de Ciencias, II: 1603-1640. Córdoba.
- Aparicio, A., 1981. Uranio en rocas volcánicas de la Formación Los Frailes, Bolivia. Organización Internacional de Energía Atómica, 162(26): 485-520. Viena.
- Aquater, 1979. Estudio del potencial geotérmico de la provincia de Jujuy, Estudio de reconocimiento. Inédito. Salta.
- Aquater, 1980-1981. Exploración geotérmica en el área del cerro Tuzgle, provincia de Jujuy, República Argentina. Estudio de Prefactibilidad. Inédito. Salta.
- Argañaraz, P., 1976. Informe sobre algunas canteras de mármol ónix del departamento Los Andes, provincia de Salta. Dirección Provincial de Minería. Inédito. Salta.
- Argañaraz, P., 1982. Informe área de la mina Mono Abra. Dirección Provincial de Minería. Inédito. Salta.
- Argañaraz, R.A., 1977. Azufre. Informe técnico. Inédito. Salta.
- Argañaraz, R.A., 1979. Boratos, Informe técnico. Inédito. Salta.
- Argañaraz, R.A., J.E. Mancini y R.J. Sureda, 1982. El yacimiento La Concordia (Ag-Pb) en la provincia de Salta, Argentina: Un proyecto privado de rehabilitación y explotación minera. Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Actas V: 61-78. Buenos Aires.
- Argañaraz, R.A. y R.J. Sureda, 1975. Mineralización de cobre en sedimentos continentales rojos de la Puna argentina. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas V: 149-156. Buenos Aires.
- Argañaraz, R.A. y R.J. Sureda, 1979. El yacimiento plumbífero La Esperanza, departamento La Poma, provincia de Salta, República Argentina. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, Revista, 10(3-4): 1-11. Buenos Aires.
- Argañaraz, R.A., J.G. Viramonte y L. Zalazar, 1973. Sobre el hallazgo de serpentinitas en la Puna argentina. Quinto Congreso Geológico Argentino, Actas I: 23-32. Buenos Aires.
- Arias, J.E., 1983. La geotermia en el noroeste argentino. Jornadas sobre

- Energías no Convencionales. Universidad Nacional de Salta, 23 p. Salta.
- Arias, J.E., E. Chalabe, C. Moreno Espelta y A. Chavez, 1980. Geología del área termal de Cachipuncu, departamento de Santa Bárbara, provincia de Jujuy. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(4): 557-569. Buenos Aires.
- Arias, J.E., A. Chávez, C. Moreno Espelta y E. Chalabe (en prensa). Geología del área termal de la sierra de Puesto Viejo, departamento El Carmen, provincia de Jujuy, República Argentina. Instituto de Ciencias Geológicas, Boletín (1984). Jujuy.
- Aristarain, L.F. y R. C. Erd, 1971. Inyoita de la Puna argentina. Sociedad Científica Argentina, Anales, 191. Buenos Aires.
- Aristarain, L.F. y C.S. Hurlbut, 1967. Ameghinite $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ a new borate from Argentina. American Mineralogical, 52(7-8): 935-945. Washington.
- Aristarain, L.F. y C.S. Hurlbut, 1968. Teruggite, $4\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 6\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_5 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Jujuy, Argentina. American Mineralogist, 53: 1815-1827. Washington.
- Aristarain, L.F. y C.S. Hurlbut, 1972. Boron minerals and deposits. Mineralogical Record, 3(4): 165-172; 3(5): 213-220. Maryland.
- Aristarain, L.F., M.B. Nicolli y R. C. Erd, (en prensa). Probertita, $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ de la mina Tincalayu, provincia de Salta. Museo La Plata, Revista (1978). La Plata.
- Aristarain, L.F., J. Rusansky y M. Walker, 1977. Ulexita de Sijes, provincia de Salta (Argentina) y características generales de la especie. Museo La Plata. Obra del Centenario. Geología, 4: 23-48. La Plata.
- Arribas, A. y E. Figueroa, 1984. Geología y metalogenia de las mineralizaciones uraníferas de Macusani, Puno (Perú). Yacimientos uraníferos en rocas volcánicas. International Atomic Agency, Tc-490/14. El Paso.
- Arroyo, L.D., 1979. Geología minera de Pirquitas, departamento Rinconada, provincia de Jujuy. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales, Seminario Geología. Inédito. Tucumán.
- Avila, J.C., R. Chomnales y S.E. Ferullo, 1984. Geología y metalogénesis del yacimiento cuprífero estratoligado Bronce Martín, departamento Santa Bárbara, provincia de Jujuy. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas V: 538-552. Buenos Aires.
- Baldis, B., 1981. Control megaestructural de los distritos metalíferos en el noroeste de Argentina. Simposio Metalogénesis en Latinoamérica. Unión Internacional de Ciencias Geológicas, Publicación, 5: 165-174. México.
- Baldis, B. y R. Omarini, 1984. El Grupo Lerma (Precámbrico-Cámbrico) en la comarca central salteña y su posición en el borde pacífico americano. Nove no Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 64-78. Buenos Aires.
- Ballivián, V.O., 1975. Verde Onix Sociedad Comandita por Acciones. Banade. Informe Inédito. Buenos Aires.
- Barnabé, J.F., 1915. Los yacimientos minerales de la Puna de Atacama, República Argentina. Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Anales, 10(5): 1-63. Buenos Aires.
- Beder, R., 1916. Wolframio. Los yacimientos de los minerales de wolframio en la República Argentina. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín, Serie B, Geología, 12, 31 p. Buenos Aires.
- Beder, R., 1926. Las concreciones de mineral de manganeso en los estratos del Terciario subandino de Puerta Quemada, departamento Burruyacu, provincia de Tucumán. Dirección General de Minería, Geología e Hidrogeología, Publicación, 16. Buenos Aires.
- Beder, R., 1927. Los yacimientos minerales de la República Argentina relacionados con las rocas ígneas de las diferentes épocas geológicas. Universidad Nacional de Córdoba, Revista, 14: 3-28. Córdoba.
- Beder, R., 1928. Los yacimientos de mineral de plomo en el departamento de Yavi (Jujuy). Dirección de Minería, Geología e Hidrología, Publicación, 38. Buenos Aires.
- Beder, R., 1930. La minería de la sierra de Córdoba. Las minas de tungsteno, vanadio y bismuto. Riel y Fomento, 9. Buenos Aires.
- Bellmann, R.N., 1966. Mina Eureka. Universidad Nacional de Tucumán. Instituto de Geología y Minería. 37. Tucumán.
- Bellmann, R.N. y R. Chomnales, 1960. Estudio hidrogeológico del valle de Puesto Grande y sus posibilidades económicas. Acta Geológica Lilloana, 3: 59-84. Tucumán.
- Bermúdez, S.L., 1963. Exploración de mina Julia 4 en el cerro Estrella, cumbre austral del cordón de Cori, departamento Los Andes, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. 50 p. Buenos Aires.
- Bilibin, I., 1955. Provinces métallogéniques et époques métallogéniques. Gosgeoltekhizdat, Moscú in Service d'Information Géologique. Traducción N° 1521. París.
- BIRA (Banco Industrial de la República Argentina), 1956. Grupo Quevar. Inédito. Buenos Aires.
- BIRA (Banco Industrial de la República Argentina), 1960. Mina Ochaqui. Inédito. Buenos Aires.
- BIRA-BANADE (Banco Industrial de la República Argentina-Banco Nacional de Desarrollo), 1963. Mina Ana María. Inédito. Buenos Aires.
- BIRA-BANADE (Banco Industrial de la República Argentina-Banco Nacional de Desarrollo), 1965. Arcillas. Inédito. Buenos Aires.
- Bodenbender, G., 1902. Comunicaciones mineras y mineralógicas: VII. Criaderos auríferos de la Rinconada. Academia Nacional de Ciencias, Boletín, 17(3): 64-68. Córdoba.
- Bodenbender, G., 1905. La sierra de Córdoba, constitución geológica y productos minerales de aplicación.

- Ministerios de Agricultura, Anales, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 1(2). Buenos Aires.
- Bodenbender, G., 1922. El nevado de Famatina. Ministerio de Agricultura, Anales, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 16(1). Buenos Aires.
- Bonarelli, G., 1921. Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy). Ministerio de Agricultura, Anales, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 15(1). Buenos Aires.
- Bossi, G.E. y R.M. Palma, 1982. Reconstrucción de la estratigrafía del valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Actas I: 155-172. Buenos Aires.
- Bossi, G.E. y J.G. Viramonte, 1975. Contribución al conocimiento de la petrología de los yacimientos ferríferos de Zapla y Unchimed, provincia de Jujuy y Salta, República Argentina. Segundo Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Actas V: 181-202. Buenos Aires.
- Brackebusch, L., 1883. Estudios sobre la Formación Petrolífera de Jujuy. Academia Nacional de Ciencias, Boletín, 5: 137-184. Córdoba.
- Brodtkorb, M. K. de, 1965. Estudio de la mineralización del yacimiento Esperanza, provincia de Salta. Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas I: 25-34 (in Acta Geológica Lilloana, VII). Tucumán.
- Brodtkorb, M.K. de, 1972. Hallazgo de pechblenda en la mina Romicruz, provincia de Jujuy. Quinto Congreso Geológico Argentino, Actas I: 63-68. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. de, 1973. Estudio de la mineralización del yacimiento La Niquelina, provincia de Salta y un análisis comparativo de sus posibles relaciones con los depósitos Romicruz y Esperanza. Asociación Geológica Argentina, Revista, 28(4): 364-368. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. de, S. Ametrano y J. Otteman, 1978. Contribución al conocimiento mineralógico del yacimiento El Quevar, provincia de Salta. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, Revista, 9(3-4): 75-87. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. de, J.J. Lanfranco y R.J. Sureda, 1978. Asociaciones minerales y litología del yacimiento Aguilar, provincia de Jujuy. Asociación Geológica Argentina, Revista, 33(4): 277-298. Buenos Aires.
- Brodtkorb, M.K. de e I.B.A. Schalamuk, 1981. Yacimientos minerales en sedimentos jurásicos-cretácicos de Argentina in W. Wolkheimer y E.A. Musacchio (Editores) Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico. Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, II: 685-699. Buenos Aires.
- Brown, J.S., 1962. Ore lead and isotopes. Economic Geology, 57(5): 673-720. Lancaster.
- Cassedanne, J.P., 1969. Les mineralisations plombo-zincíferes du Groupe Bambui. Academia Brasileira de Ciências, Anais 41: 549-563. Río de Janeiro.
- Castañón, A., R. Pinedo y J.A. Salfity, 1975. Nuevas consideraciones sobre la Formación Yacoraite del Cretácico Superior del norte argentino. Cuarta Convención Nacional de Geología, Anales 1 (in Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, Revista Técnica, 4(3): 31-59. La Paz).
- Castillo, A., 1978. Geología y petrología de la zona Tacuil, Cerro Blanco, departamento Molinos, provincia de Salta. Universidad Nacional de Salta. Departamento de Ciencias Naturales, Seminario I. Inédito. Salta.
- Castillo, A., J. Guillou y A.M. Sato, 1985. Geología económica preliminar de las pegmatitas y aluviones de los distritos columbo-tantalíferos El Quemado y Aguas Calientes, departamento Cachi y La Poma. Dirección General de Minería. Inédito. Salta.
- Catalano, L.R., 1926. Geología económica de los yacimientos de boratos y materiales de las cuencas Salar de Cauchari-Puna de Atacama (Territorio Nacional de los Andes), República Argentina. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación, 23, 110 p. Buenos Aires.
- Catalano, L.R., 1927. Geología química de los boratos, formación de las cuencas y características generales de la superficie de los salares. Puna de Atacama, Territorio Nacional de los Andes. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación, 28, 101 p. Buenos Aires.
- Catalano, L.R., 1930. Reseña geológica preliminar de la Puna de Atacama, Territorio Nacional de los Andes. Revista Minera, 2(10): 289-305. Buenos Aires.
- Catalano, L.R., 1941. Estudio de geología económica de los yacimientos mineros argentinos, Mina Emilia, Pb, Ag, Au, Zn. Industria Minera 1(3): 70-74. Buenos Aires.
- Coira, B., 1973. Resultados preliminares sobre la petrología del ciclo eruptivo ordovícico concomitante con la sedimentación de la Formación Acoite, en la zona de Abra Pampa, provincia de Jujuy, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista, 28(1): 85-87. Buenos Aires.
- Coira, B., 1975. Ciclo efusivo ordovícico registrado en la Formación Acoite, Abra Pampa, provincia de Jujuy, Argentina. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas I: 37-56. Buenos Aires.
- Coira, B., 1979. Descripción geológica de la Hoja 3c Abra Pampa, provincia de Jujuy. Servicio Geológico Nacional, Boletín, 170, 85 p. Buenos Aires.
- Coira, B., 1983. Magmatismo y mineralizaciones asociadas en Puna jujeña. Segundo Congreso Nacional de Geología Económica, Actas II: 405-424. San Juan.
- Coira, B.L., J. Davidson, C. Mpodozis y V. Ramos, 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes of northern Argentina-Chile. Earth Science

- Reviews, 18: 303-3. 2. Amsterdam.
- Coira, B.L., E. Donari y M.K. de Brodt-korb, 1984. Brecha mineralizada (Sb, Ag, Sn) del complejo volcánico Panizos-Alcoak-Salles (Terciario superior), provincia de Jujuy, Argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas VII: 418-429. Buenos Aires.
- Coira, B.L. y G. Paris, 1982. Estratigrafía del área del cerro Tuzgle ($23^{\circ}50'$ - $24^{\circ}25'$ latitud Sur y $66^{\circ}15'$ - $66^{\circ}45'$ longitud Oeste) provincias de Jujuy y Salta. Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas II: 659-671. Buenos Aires.
- Coira, B.L. y N.C. Pezzutti, 1976. Vulcanismo cenozoico en el ámbito de la Puna catamarqueña. Asociación Geológica Argentina, Revista, 31(1): 33-52. Buenos Aires.
- Coira, B.L. y V.A. Ramos, 1980. Magmatism in northern Argentinian Andes. 26th Congrès Geologique International, Abstract I: 31. Paris.
- Cornejo Torino, R. y M.A. Raskovsky, 1981. Proyecto minero y explotación a cielo abierto del yacimiento Tincalayu. Segundas Jornadas Argentinas de Geología en Minas, Actas, 223-242. San Juan.
- Cortelezzi, C.R., 1975. Los yacimientos de manganeso en la República Argentina. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas V: 215-236. Buenos Aires.
- Cortelezzi, C.R. y R. Argañaraz, 1981. Estudio de los minerales de tantalio-niobio del salar del Hombre Muerto, provincia de Catamarca. Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas IV: 293-302. Buenos Aires.
- Cortelezzi, C.R. y R. Mon, 1981. Los nódulos de manganeso en el Cretácico-Terciario de la provincia de Tucumán. Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas II: 731-738. Buenos Aires.
- Cosentino, J.M., 1974. Distrito minero de Pumahuasi-Cangrejillos, departamento Yavi, provincia de Jujuy. Minería, 12(136): 36-44. Buenos Aires.
- Cox, M.W., 1971. Regional map Inca Viejo prospect, escala 1:50.000. Surface geology Inca Viejo, escala 1:2.500. Inédito. Salta.
- Cuomo, J.R., 1949. Exploración mina Julia (segunda campaña), Industrias Químicas Nacionales S.M., departamento Los Andes, provincia de Salta. 42 p. Inédito. Salta.
- Chabert, M. y R. Centeno, 1975. Área de reserva N° 14 Vizcacheral o Pancho Arias, provincia de Salta. Informe Final. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico Minero. Inédito. Salta.
- Chace, F.M., 1948. Tin silver veins of Oruro, Bolivia. Economic Geology, 43: 333-383; 435-470. Lancaster.
- Chiaradia, V.G., 1981. Informe técnico correspondiente a la manifestación nuclear Verde II, departamento Los Andes, provincia de Salta. Comisión Nacional de Energía Atómica. 5 p. Inédito. Salta.
- Chomnals, R., 1975. Manifestaciones de minerales de plomo y cobre en la quebrada Lacho, departamento Tilcara, provincia de Jujuy. Instituto de Geología y Minería, 1: 23-28. Jujuy.
- Chomnals, R., 1976. Contribución al conocimiento de manifestaciones de minerales de cobre en la provincia de Jujuy. Fundación Miguel Lillo, Miscelánea 57. Tucumán.
- Chomnals, R., 1978a. Estudio preliminar de minerales del horizonte ferrífero en la serranía de Santa Bárbara, provincia de Jujuy y una provincia metalogenética sedimentaria. Instituto de Ciencias Geológicas, Revista, 3: 39-96. Jujuy.
- Chomnals, R., 1978b. Informe preliminar sobre la existencia de minerales de Plomo (galena) como producto de reemplazo en calizas, Cuchilla de la Reina, distrito Galpón, Departamento Metán, provincia de Salta. Acta Geológica Lillona, 15(1): 13-19. Tucumán.
- Chomnals, R. y C.A. Giuliani, 1978. Estudio geológico-mineralógico de las manifestaciones de cobre de Yangaso, departamento Santa Catalina (provincia de Jujuy) Argentina. Séptimo Congreso Geológico Argentino, Actas I: 185-198. Buenos Aires.
- Chong Díaz, G., 1984. Die Salare in Nordchile-Geologie, Struktur und Geochemie. Geotektonische Forschungen, 67(1-2): 1-146. Stuttgart.
- Danieli, C.A. y J.S. Porto, 1975. Reseña sobre algunos depósitos de manganeso en los complejos sedimentarios del Cretácico Superior y Terciario Superior en un sector del NW argentino. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica Actas V: 237-243. Buenos Aires.
- Daroca, J., 1975. Informe final Área de reserva Taca-Taca, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- Darbyshire, D.P.F. y C.J.N. Fletcher, 1979. A Mesozoic alkaline province in eastern Bolivia. Geology, 7: 54-548. Boulder.
- Davis, J.R., K.A. Howard, S.L., Rettin, G. Ericksen, G. Risacher, F. Alarcón H. Morales y R. Morales, 1978. Progress report on lithium related geologic investigations in Bolivia. Geological Survey, 65 p. Washington.
- De Launay, L., 1913. Traité de Metallurgie. Gites Mineraux et metalliferes. 1: 241-288. París.
- De los Hoyos, ., 1978. Proyecto especial borateras de Guayatayoc. Servicio Minero Nacional. Informe Inédito. Buenos Aires.
- De Moussy, V.M., 1860. Description géographique et statistique de la Confederation Argentine. París.
- Deruelle, B., 1978. The Negros de Aras nueé ardente depossits: a cataclysmic eruption of Socompa Volcano (Andes of Atacama, Chile). Bulletin Volcanologique, 41(3): 175-186. Nápoles.
- Ericksen, G., G. Chong Díaz y T. Avila, 1976. Lithium resources of salares in the Central Andes. Geological Survey, Professional Paper, 1005: 66-74. Washington.
- Ericksen, G. y G. Stoertz, 1974. Geology of salars in N Chile. Geological Survey, Professional Paper,

811. Washington.
- Ericksen, G., J.D. Vine y R.A. Ballou, 1977. Chemical composition and distribution of Lithium-rich brines in Salar de Uyuni and nearby salars in SW Bolivia. *Energy*, 3: 355-363. London.
- Espisúa, E. y R. Amengual, 1983. Jureamento, un depósito estratoligado de cobre, plata y plomo, provincia de Salta, República Argentina. Segundo Congreso Nacional de Geología Económica, Actas I: 71-90. San Juan.
- Fernández, A., P.K. Hormann, S. Kussmaul, J. Meava, H. Pichler y T. Subieta, 1973. First petrologic data on young volcanic rocks of SW Bolivia. *Tschermaks mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 19: 149-172. Viena.
- Fernández, R.L., 1983. Nuevos hallazgos de rocas fosfáticas marinas en la Cordillera Oriental de la provincia de Jujuy, República Argentina. Segundo Congreso Nacional de Geología Económica, Actas I: 233-252. San Juan.
- Fernández, R.L., Urdaneta, A. y R.L. Díaz Taddei, 1984. Geología y estratigrafía del valle río Nío, provincia de Tucumán. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas I: 172-190. Buenos Aires.
- Fernández Lima, J.S. y C.O. Latorre, 1978. Metalogénesis de la provincia del Chubut. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 33(4): 355-369, discusión y réplica en 34(1): 83. Buenos Aires.
- Figuerola, L., 1972. Fotolineamientos y mineralización en el NOA. Primer Simposio Nacional de Geología Económica, Actas I: 107-124. Buenos Aires.
- Francis, P.W., R.S. Thorpe, S. Moor Bath, S. Kretzschmar y M. Hammill, 1980. Strontium isotope evidence for crustal contamination of calc-alkaline volcanic rocks from cerro Galán northwest Argentina. *Earth and Planetary Science Letters*, 48: 257-267. Amsterdam.
- Franklin-Geomines, 1983. Provincia de Salta. Evaluación de los Recursos Mineros. Consejo Federal de Inversiones. Informe final, I-IV. Salta.
- Frenguelli, 1928. Acerca del origen de los salares de la región de los desiertos de la Puna de Atacama. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA*, 3(1): 167-186. Buenos Aires.
- Frenguelli, 1929. Diatomee fossili delle conche saline del deserto Cileno-boliviano. *Societa Geologica Italiana, Bolletino*, 47(10-14): 185-236. Roma.
- Frenguelli, 1930. Conclusiones geológicas de la región preandina de Salta. *Sociedad Científica de Santa Fé, Anales*, 2: 110-137. Santa Fé.
- Frutos, J., 1979. La razón Cu/Mo en los depósitos porfíricos en relación al grado de evolución tectónica de las cadenas orogénicas. Segundo Congreso Geológico Chileno, 2: C69-C88. Santiago.
- Frutos, J., 1982. La evolución metalogénica andina arco-asociada como consecuencia del desarrollo tectónico del borde móvil de la placa sudamericana. Tercer Congreso Geológico Chileno, E247-257. Buenos Aires.
- A.F. Galván y O.J. Ruiz Huidobro, 1965. Geología del Valle de Santa María, estratigrafía de las formaciones mesozoico-terciarias. Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas III: 217-230 (in Acta Geológica Lilloana, VII). Tucumán.
- Galliski, M.A., 1981. Estructura, mineralogía y génesis de las pegmatitas de "El Quemado", Salta, República Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Tesis. Inédito. Córdoba.
- Galliski, M.A., 1983a. Distrito minero El Quemado, departamentos La Poma y Cachi, provincia de Salta. I. El basamento del tramo septentrional de la Sierra de Cachi. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 38(2): 209-224. Salta.
- Galliski, M.A., 1983b. Distrito minero El Quemado, departamentos La Poma y Cachi, provincia de Salta. I. Geología de sus Pegmatitas. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 38(3-4): 340-380. Buenos Aires.
- Gay, H.D., C.E. Gordillo y N.A. Hillar, 1972. Howlita del Cerro Codo del Agua, Jujuy. *Asociación Geológica de Córdoba, Boletín*, 1: 130-132. Córdoba.
- Gebhard, J.A., A.R. Giudici y J. Oliver Gascón, 1974. Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 29(3): 359-375. Buenos Aires.
- Gorustovich, S.A., J.A. Salfity, D.G. Rubiolo y R.J. Sureda, 1985. Yacimiento Aguiliri (Puna Argentina). Depósito uranífero en rocas subvolcánicas terciarias. Cuarto Congreso Geológico Chileno, Actas II (3): 250-270. Antofagasta.
- Gutierrez, W.J., 1977. Estudio geológico del yacimiento plomo argentífero La California, departamento Los Andes, distrito de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta. Universidad Nacional de Salta. Departamento de Ciencias Naturales, Seminario II. Inédito. Salta.
- Halpern, M. y S.O. Latorre, 1973. Estudio geocronológico inicial de rocas del noroeste de la República Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 28(2): 195-205. Buenos Aires.
- Hayase, K. y J. Prozzi, 1966. Génesis de los yacimientos de sillimanita de Tacuñil (Salta), parte I. Terceras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas II: 151-171. Buenos Aires.
- Hayase, K. y J. Prozzi, 1970. Génesis de los yacimientos de sillimanita de Tacuñil en el departamento de Molinos, provincia de Salta, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 25(1): 45-62. Buenos Aires.
- Heredia, P.A., 1946. Estudio físico-químico de caolines argentinos (continuación). Universidad Nacional de Tucumán, Cuadernos de Mineralogía y Geología, 4-C3(15): 64-66. Tucumán.
- Herrera, A., 1965. Evolución geoquí-

- mica de las pegmatitas zonales de los principales distritos argentinos. Asociación Geológica Argentina, Revista, 20: 199-228. Buenos Aires.
- Herrera, W. y F. Rosado, 1980. Reconocimiento del área uranífera de Macusani. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Inédito. Lima.
- Herrera, W. y F. Rosado, 1984. Geología y metalogénesis de los depósitos y manifestaciones uraníferas de Sudamérica. International Atomic Energy Agency, 219-237. Viena.
- Hollister, V.F., 1975. An appraisal of the nature and source of porphyry copper deposits. Minerals and Engineering, (7): 225-233. Johannesburgo.
- Hurlbut, C.S. Jr. y L.F. Aristarain, 1967a. Rivadavita $\text{Na}_2\text{MgB}_2\text{O}_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$, a new borate from Argentina. The American Mineralogist, 52(3-4): 326-335. Washington.
- Hurlbut, C.S. Jr. y L.F. Aristarain, 1967b. Ezcurrite, $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: a restudy. American Mineralogist, 52(7-8): 1048-1059. Washington.
- Hurlbut, C.S. Jr., L.F. Aristarain y R. C. Erd, 1973. Kernite from Tincalaya, Salta, Argentina. American Mineralogist 58(5-6): 426-437. Washington.
- Hurlbut, C.S. Jr. y R.C. Erd, 1974. Aristarainite, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{MgO} \cdot 6\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Salta, Argentina. American Mineralogist, 59(7-8): 647-651. Washington.
- IBERGESA, 1982. Estudio de prefactibilidad. Yacimiento de azufre en Salta (Argentina). Ministerio de Asuntos Exteriores, Dirección General de Cooperación Técnica Internacional. Inédito. Madrid.
- Igarzábal, A.P., 1969. Estructura, mineralización y génesis del yacimiento plombo-argento-zincífero Pan de Azúcar, departamento Rinconada, provincia de Jujuy. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas I: 371-396. Buenos Aires.
- Igarzábal, A.P., 1981. El sistema glaciológico de la cuenca superior del río Juramento, provincia de Salta. Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas IV: 167-183. Buenos Aires.
- Igarzábal, A.P. (en prensa). Rol hidrológico de las turberas de montaña como estructuras criogénicas en las regiones de Puna y Cordillera Oriental. Instituto de Nivología y Glaciología, Anales, 6.(1984a). Mendoza.
- Igarzábal, A.P., 1984b. Origen y evolución morfológica de las cuencas evaporíticas cuaternarias de la Puna argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas III: 595-607. Buenos Aires.
- Iñiguez, J.H., 1976. Perfil geológico del tramo inferior del arroyo San Alejo (departamento La Caldera, provincia de Salta). Universidad Nacional de Salta, Departamento de Ciencias Naturales, Seminario I. Inédito. Salta.
- Iturriza, R., 1981. Perfil geológico de arroyo Los Noques, Sierra del Castillejo. Universidad Nacional de Salta, Departamento de Ciencias Naturales, Tesis Profesional. Inédita. Salta.
- Johan, Z y P. Pícot, 1982. La pirquitasita, $\text{Ag}_2\text{ZnSnS}_4$, un nouveau membre su groupe de la stannite. Bulletin de Mineralogie, 105(3): 229-235. París.
- Keidel, J., 1922. Sobre la influencia de los cambios cuaternarios en el relieve de la región seca de los Andes centrales y septentrionales de la República Argentina. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín, Serie F, 5(1), 19 p. Buenos Aires.
- Kilmurray, J.O. y L. Dalla Salda, 1977. Caracteres estructurales y petrológicos de la región central y sur de la sierra de San Luis. Museo de La Plata, Obra del Centenario, 4: 167-178.
- Kittl, E., 1925. Los yacimientos auríferos de la sierra de la Rinconada, provincia de Jujuy. Academia Nacional de Ciencias, Boletín, 28: 107-132. Córdoba.
- Kittl, E., 1931. Los yacimientos auríferos de la República Argentina. Revista Minera, 3(4): 1-97; 3(5): 129-135; 3(6): 161-190; 3(7): 193-222; 4(1): 1-29. Buenos Aires.
- Kittl, E., 1965. Sobre los ciclos metalogenéticos de la Argentina. Minería, 27(2): 21-27. Castelar.
- Kittl, E., 1966. Características de los yacimientos metalíferos y los ciclos metalogenéticos en la Argentina. Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Comunicaciones, Geología, 2(1): 1-13. Buenos Aires.
- Klerkx, J., S. Deutsch, H. Pichler y W. Zeil, 1977. Strontium isotope composition and trace elements data bearing on the origin of cenozoic volcanic rocks of central and southern Andes. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2: 48-71. Amsterdam.
- Laffite, P., F. Permingeat y P. Routhier, 1965. Cartographie metallogénique, metallotecte et géochimie régionale. Société Française de Mineralogie et Cristallographie, Bulletin, 88: 3-6. París.
- Leanza, A.F., 1972. Prospección de rocas fosfáticas en la Argentina para la fabricación de fertilizantes. Idea, 291: 53-60. Buenos Aires.
- Lehmann, B., 1979. Schichtgebundene Sn-Lagerstätten in the Cordillera Real Bolivien. Berliner Geowiss, Abhandlungen, 14: 1-135. Berlín.
- Lehmann, B. y H. Pichler, 1980. Tin distribution in mid-andean volcanic rocks. Mineralium Deposita, 15: 35-39. Berlín.
- Liboutri, L., O. González y J. Simken, 1958. Les glaciers du desert rocks. International Association of Scientific Hydrology. Assemblée Generale de Toronto, 4. Quebec.
- Linares, E., 1961. Los métodos geocronológicos y algunas edades de la Argentina por medio de la relación plomo-uranio. Asociación Geológica Argentina, Revista, 14(3-4): 181-217. Buenos Aires.
- Linares, R., 1975. Catalogo de edades radiométricas determina-

- das para la República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial, Serie B, 3, 42 p. Buenos Aires.
- Linares, E., 1977. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial, Serie B, 4, 38 p. Buenos Aires.
- Linares, E., 1979. Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial, Serie B, 6, 32 p. Buenos Aires.
- Lindgren, W., 1933. Minerals Deposits. Mc Graw Hill, Nueva York, 930 p.
- Lizárraga, A.C., 1981. Minerales de plata y cobre en un conglomerado cuartario del departamento Susques, provincia de Jujuy. Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas II: 739-753. Buenos Aires.
- Loss, C. y A. Giordana, 1952. Osservazioni sul proterozoico di Jujuy, Argentina. La formazione calcareo-carboniosa de León-Volcán. Società Italiana di Scienze Naturali, Atti, 41: 141-149. Milán.
- Lowell, J.D. y J.M. Guilbert, 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. Economic Geology, 65(4): 373-408. Lancaster.
- Largo, C., 1974-1975. Informe sobre la prospección de recursos ferríferos en el área del Plan NOA I (provincias de Salta y Jujuy), I, II y III entrega. Dirección General de Fabricaciones Militares. Centro de Exploración Geológico Minero. Inédito. Buenos Aires.
- Llambías, E.J., A.M. Sato y S. Tomsic, (en prensa). Geología y quimismo del stock del nevado de Acay y vulcanitas asociadas. Asociación Geológica Argentina, Revista (1984). Buenos Aires.
- Malvicini, L., 1978. Las vetas de estaño y plata de Minas Pirquitas (Pircas). Provincia de Jujuy, República Argentina. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, Revista, 9(1-2): 1-25. Buenos Aires.
- Malvicini, L., 1985. La mina de hierro del nevado de Acay, provincia de Salta, un depósito tipo Skarn. Asociación Geológica Argentina, Revista, 40(1-2): 89-91. Buenos Aires.
- Malvicini, L. y E. Llambías, 1982. El magmatismo mioceno y las manifestaciones metalíferas asociadas en Argentina. Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Actas III: 547-566. Buenos Aires.
- Marinovic, N., 1979. Geología de los cuadrángulos Zapaleri y Nevados de Poquis, II Región. Antofagasta. Universidad de Chile. Departamento de Geología, Tesis. Inédita. Santiago.
- Marquillas, R.A., 1984. La Formación Yacoraite (Cretácico Superior) en el Río Juramento, Salta: Estratigrafía y ciclicidad. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas V: 186-196. Buenos Aires.
- Marquillas, R.A., 1985. Estratigrafía, petrología y paleoambientes de la Formación Yacoraite (Cretácico Superior) en el tramo austral de la cuenca, norte argentino. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales, Tesis. Inédita. Salta.
- Mastandrea, O. y H.A. Leanza, 1975. Los estratos con Llingula del norte argentino como fuentes de fosfatos. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas II: 445-460. Buenos Aires.
- Meave, J., 1972. Estratigrafía del Terciario en la región de los Lipez, Bolivia. Sociedad Geológica de Bolivia, Boletín, 18. La Paz.
- Meilán, D., 1980. Informe técnico sobre la mina de baritina Mono Abra. Banco Nacional de Desarrollo. Inédito. Buenos Aires.
- Méndez, V., 1974. Estructuras de las provincias de Salta y Jujuy a partir del meridiano 65° 30' Oeste, hasta el límite con las Repúblicas de Bolivia y Chile. Asociación Geológica Argentina, Revista, 29(4): 391-424. Buenos Aires.
- Méndez, V. y L. Villar, 1977. Edad de los filones ultrabásicos (alnoitas) del río Piedras, sierras Subandinas de la provincia de Salta y Jujuy. Asociación Geológica Argentina, Revista, 32(1): 77-79. Buenos Aires.
- Méndez, V. y L. Villar, 1975. Los filones ultrabásicos del río Piedras, sierras Subandinas de Salta y Jujuy. Sexto Congreso Geológico Argentino, Actas II: 119-130. Buenos Aires.
- Méndez, V., J.C.M. Turner, A. Navarini, R.E. Amengual y V.O. Viera, 1979. Geología de la región noroeste, provincias de Salta y Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares. 118 p. Inédito. Buenos Aires.
- Méndez, V. y E. Zappettini, 1984. Los pórfidos de cobre de la República Argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas V: 589-610. Buenos Aires.
- Menoyo, E.A. y J.H. Padula, 1972. Manganeso. Servicio Nacional de Minería y Geología, 8(21): 23-69. Buenos Aires.
- Meregaglia, J.A., 1978. Estudio geológico-minero del yacimiento Acazoque, departamento Los Andes, provincia de Salta. Universidad Nacional de Salta. Departamento de Ciencias Naturales, Tesis Profesional. Inédita. Salta.
- Mir, C. y J. Mancini, 1973. Área de Reserva N°13 El Oculto, provincia de Jujuy. Informe final. Centro de Exploración Geológico Minero. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- Mirré, J.C., 1974. El granito de Acay, intrusivo de edad terciaria en el ambiente de Puna. Asociación Geológica Argentina, Revista 29(2): 205-212. Buenos Aires.
- Mitchell, A.H.G. y J.D. Bell, 1973. Island-arc evolution and related mineral deposits. Journal of Geology, 81(4): 381-405. Chicago.
- Mitchell, A.H.G. y M.S. Carson, 1981. Minerals deposits and global tectonic settings. Academic Press. 405 p. Londres.

- Mon, R. y L. Suayter, 1973. *Geología de la sierra de San Javier*, provincia de Tucumán, Argentina. *Acta Geológica Lilloana*, 12(10): 155-168. Tucumán.
- Monchablon, A., 1976. Informe técnico. Servicio Minero Nacional. Inédito Buenos Aires.
- Morello, C., 1983. Prospecto Custodio. Shell. Informe inédito. 48 p. Salta.
- Moreno, J.A., 1970. Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico Superior en la cuenca del Noroeste Argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 25(1): 9-44. Buenos Aires.
- Moreno Espelta, C. y J.E. Arias, 1982. Geología del área termal de El Ceibal departamento La Candelaria, provincia de Salta, República Argentina. *Instituto de Ciencias Geológicas, Revista*, 4: 85-96. Jujuy.
- Moreno Espelta, C., J.E. Arias y A. Chávez, 1979a. Geología del área termal de El Sauce, departamento General Güemes, provincia de Salta, República Argentina. *Instituto de Ciencias Geológicas, Revista*, 3: 97-118. Jujuy.
- Moreno Espelta, C., J.E. Arias y A. Chávez, 1979b. Geología del área termal de Reyes, departamento Capital, provincia de Jujuy, República Argentina. *Instituto de Ciencias Geológicas, Revista*, 3: 161-172. Jujuy.
- Moreno Espelta, C., J.E. Arias y Angel Chávez, 1981. Geología del área termal de Santa Bárbara, provincia de Jujuy, República Argentina. *Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas III*: 713-732. Buenos Aires.
- Moreno Espelta, C., Angel Chávez y J.E. Arias, 1980. Geología del área termal de Pompeya, departamento de Los Andes, provincia de Salta, República Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 15(2): 21-34. Tucumán.
- Moreno Espelta, C., J.G. Viramonte y J. E. Arias, 1975. Geología del área termal de Rosario de la Frontera y sus posibilidades geotérmicas. *Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas IV*: 543-560. Buenos Aires.
- Muessig, S., 1966. Recent South America Borate Deposits in J.L. Rau (Editor). *Second Symposium on Salt*, I: 151-159. Cleveland.
- Muessig, S. y R. Allen, 1957. Ezcurreite ($2\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a new sodium borate from Argentina: occurrence, mineralogy and associated minerals. *Economic Geology*, 52: 426-437. Lancaster.
- Nedumov, I.B., 1964. The precess of differentiation of pegmatitic melt and the role of tectonic in the formation of metal pegmatites. *22th International Geological Congress, Section VI: Mineral and genesis of pegmatites*, 116-139. París.
- Nemec, V., 1970. Exploration strategy with regard to regular structural patterns. *Geoindustria*. Praga.
- Nicolini, P., 1970. *Citologie des concentration minérales stratiformes*. Gauthier Villars. París.
- Nicolli, H., 1981. Geoquímica de aguas y salmueras de cuencas evaporíticas de la Puna. *Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Anales*, 33: 171-190. Buenos Aires.
- Nicolli, H., J. Suriano, J. Kimsa y A. Brodtkorb, 1980. Geochemical characteristics in evaporitic basins, Argentine Puna. *26th Congress Géologique International, Section 10*. París.
- Nicolli, H., J. Suriano, V. Mendez y M. Gómez, 1982. Salmueras ricas en metales alcalinos del salar Hombre Muerto, Catamarca, Argentina. *Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Actas III*: 187-204. Buenos Aires.
- Novarese, V., 1983. Los yacimientos auríferos de la Puna de Jujuy. *Sociedad Científica Argentina, Anales*, 35: 89-116. Buenos Aires.
- Olivieri, J.C., 1971. Mapa y ciclos metalogenéticos en la provincia de San Juan. *Primer Simposio Nacional de Geología Económica, II*: 435-448. Buenos Aires.
- Olsacher, J., 1938. Los minerales de la sierra de Córdoba. *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Boletín*, 1: 85-146. Córdoba.
- Olsacher, J., 1942. Los yacimientos minerales de Córdoba. *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Boletín*, 5(1-2). Córdoba.
- Omarini, R., J.A. Salfity, E. Linares, J.G. Viramonte y S.A. Gorustovich (en prensa). Petrología, geoquímica y edad de un filón capa lamproítico en el Subgrupo Pigua (Alemania, Salta). *Instituto de Ciencias Geológicas, Revista* (1984). Jujuy.
- Omarini, R., J.G. Viramonte, H. Cordani, J.A. Salfity y K. Kawashita, 1984. Estudio geocronológico Rb/Sr de la faja eruptiva de la Puna en el sector de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta. *Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas III*: 146-158. Buenos Aires.
- Ortiz, A., 1962. Estudio geológico de las sierras de Castillejo, departamento Capital, provincia de Salta. *Universidad Nacional de Tucumán, Tesis*. Inédito. Salta.
- Oyarzún, J. y J. Frutos, 1980. Metallogenesis and porphyry ore deposits of the Andes. (Southeastern Pacific Region). *26th Congress Geologique International, Colloquium: Mineral Resources; Panel: Distribution of Deposits in Space and Time*. 16 p. París.
- Pages, C., 1967. Informe sobre los depósitos de sillimanita de Tacuñ, provincia de Salta. *Instituto Nacional de Geología y Minería*. Inédito. Buenos Aires.
- Pancetti, N., O. Maré, E. Ramallo y C. Lurgo, 1975. Exploración de los recursos fosfáticos del noroeste argentino (Salta-Jujuy). *Dirección General de Fabricaciones Militares Centro de Exploración Geológico Minero II*. Inédito. Salta.
- Pelayes, H.A., 1981. Estudio geológico-económico de los depósitos minerales La Poma y Diana departamento La Poma, Provincia de Salta. *Universidad Nacional de Salta*.

- Departamento de Ciencias Naturales, Tesis Profesional. Inédita. Salta.
- Peralta, B., 1980. Migración selectiva de sales en algunos salares de la Puna argentina. *Panorama Minero*, 23: 18-25. Buenos Aires.
- Peralta, E.H., 1984. El área metalogénica puneña. Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Inédito. Catamarca.
- Petersen, U., 1965. Regional geology and major ore deposits of central Perú. *Economic Geology*, 60(3): 407-476. Lancaster.
- Picchetti, J., 1980. Yacimiento de natrón de la laguna Geschel. *Minería*, 209: 29-32. Buenos Aires.
- Polanski, J., 1965. The maximum glaciation in the Argentine Cordillera. *Geological Society of America, Special Paper*, 84: 453-472. Boulder.
- Poppi, R., 1978. Selección y evaluación de un salar para la localización de una planta de producción de sales varias. Universidad Nacional de Salta. Inédito. Salta.
- Poppi, R.F., R.J. Borla y F. Abán, 1977. Programa beneficio de minerales, evaluación de salares de Puna. I. Salares de la provincia de Salta. Universidad Nacional de Salta. Convenio NOA Industrial y Departamento de Ciencias Tecnológicas. Inédito. Salta.
- Powell, J.E. y R.M. Palma, 1981. Primer hallazgo de mamíferos en la Formación Río Loro, provincia de Tucumán y su significado cronológico. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 36(2): 208-212. Buenos Aires.
- Pozzo, A., 1962. La facies marginal de los sedimentos mesozoicos en el centro oeste de la provincia de Salta. Su relación con manifestaciones uraníferas. *Primeras Jornadas Geológicas Argentinas, Actas II*: 257-266. Buenos Aires.
- Putzer, H., 1976. *Metallogenetische Provinzen in Südamerika*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 316p. Stuttgart.
- Quartino, B., 1960. Acerca de una tinguaita de Iruya (provincia de Salta) y de las rocas alcalinas del noroeste argentino. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 15(3-4): 145-157. Buenos Aires.
- Quartino, B., R. Zardini y R. Llorente, 1971. Estudio geológico económico de los yacimientos de perlita Taurus y Anfitrite, salar de Pocitos, provincia de Salta. *Primer Simposio Nacional de Geología Económica, Actas II*: 337-350. Buenos Aires.
- Quiroga, G.A., 1982. Estudio mineralógico de piromorfita, mimetesita y hemimorfita de la zona de oxidación de la veta Diana. Departamento La Poma, provincia de Salta. Universidad Nacional de Salta, Departamento de Ciencias Naturales. Inédito. Salta.
- Ramallo, E., 1973. Área de Reserva Santa Inés N°21, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Salta.
- Ramdohr, P., F. Ahlfeld y F. Berndt, 1959. Angelellit, ein natürliches triklines Eisen Arseniat, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_5$. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 7: 145-151. Stuttgart.
- Ramos, E.D. y V.O. Ramos, 1979. Los ciclos magmáticos de la República Argentina. Séptimo Congreso Geológico Argentino, Actas I: 771-786. Buenos Aires.
- Rapela, C.W., 1976. Las rocas granitoides de la región de Cafayate, provincia de Salta. Aspectos petrológicos y geoquímicos. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 31(4): 260-278. Buenos Aires.
- Reichert, F., 1907. Los yacimientos de boratos y otros productos minerales explotables del territorio de los Andes (Puna de Atacama). Ministerio de Agricultura, Anales, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 2(2): 1-62. Buenos Aires.
- Reinoso, M., 1975. Tipología para las mineralizaciones de cobre asociadas a rocas sedimentarias. Sexto Congreso Geológico Argentino, Actas III: 145-163. Buenos Aires.
- Reinoso, M., 1980. Anomalías geoquímicas y litología, edad y estructura del ambiente que las contienen en el noroeste argentino. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas III: 145-163. Buenos Aires.
- Reverberi, O., 1960. Estudio preliminar de la mina Santa María, paraje cerro Rincón, departamento Los Andes, provincia de Salta. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- Reverberi, 1961. Estudio preliminar azufrera Santa Bárbara distrito El Palmar, departamento Santa Bárbara, Jujuy. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- Reverberi, P., 1968a. Mina Edith, boratera de Coyaguaíma, distrito Coyaguaíma, Departamento Rinconada, provincia de Jujuy. Instituto Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- Reverberi, O., 1968b. Boratera Turi Lari, distrito de Turi Lari, departamento Susques, provincia de Jujuy. Instituto Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- Reverberi, O., 1968c. Contribución al estudio de los yacimientos de boratos de Argentina, Laguna de Guayatayoc, departamento de Cochabamba y Tumbaya, provincia de Jujuy. Instituto Nacional de Geología y Minería. Inédito. Buenos Aires.
- Reyes, F.C., J.A. Salfity, J.G. Viramonte y E. Gutiérrez, 1975. Consideraciones sobre el vulcanismo del subgrupo Pirgua, (Cretácico) en el norte argentino. Sexto Congreso Geológico Argentino, Actas I: 205-223. Buenos Aires.
- Rius, C. y E. Wleklinski, 1953. Informe sobre el yacimiento de la mina "Eureka" Departamento Santa Catalina, Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- Rodríguez, J.C., 1981. Estudio geológico-económico con aplicación de cri-

- terios estadísticos del yacimiento de minerales de cobre Martín Bronce, departamento Santa Bárbara, provincia de Jujuy. Instituto de Ciencias Geológicas, Revista, 4: 123-142. Jujuy.
- Romani, R.R., 1957. Informe preliminar de la zona mangánifera de Ochaqui, departamento Pastos Grandes, provincia de Salta. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Buenos Aires.
- Romani, R.R., 1961. Yacimiento dolomítico Tumbaya, Jujuy (Memoria sobre una experiencia de explotación con cálculo de reserva). Dirección Provincial de Minería. Inédito. Jujuy.
- Routhier, P., 1967. Le modele de la genese. Quelques concepts fondamentaux en Pétrologie et en Metallogénie. Modeles des theories metallogénétiques. Chronique des Mines et de la Recherche Minière, 363: 177-190. París.
- Ruiz Fuller, C., 1965. Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Instituto de Investigaciones Geológicas. 386 p. Santiago.
- Ruiz Huidobro, O.J., 1965. Descripción geológica de la Hoja 11c Santa María. Acta Geológica Lilloana, 8: 215-247. Tucumán.
- Russo, A., 1972. La estratigrafía terciaria del noroeste argentino. Quinto Congreso Geológico Argentino, Resúmenes: 29. Buenos Aires.
- Russo, A. y Serraiotto, 1979. Contribución al conocimiento de la estratigrafía terciaria en el noroeste argentino. Séptimo Congreso Geológico Argentino, Actas I: 715-730. Buenos Aires.
- Salfity, J.A., 1980. Desarrollo paleogeográfico del Paleozoico inferior del noroeste argentino. Reunión Anual Proyecto 44, Lower Paleozoic South America. Inédito. Lima.
- Salfity, J.A., 1982. Evolución paleogeográfica del Grupo Salta (Cretácico-Eocénico), Argentina. Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Actas I: 11-26. Buenos Aires.
- Salfity, J.A., S.A. Gorustovich, M.C. Moya y R. Amengual, 1984. Marco tectónico de la sedimentación y efusividad cenozoica en la Puna argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas I: 539-554. Buenos Aires.
- Salfity, J.A., S. Malanca, E.M. Brandán, C.R. Monaldi y M.C. Moya, 1984. La Fase Guandacólica (Ordovícico) en el norte de la Argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas I: 555-567. Buenos Aires.
- Salfity, J.A., R. Omarini, B. Baldi y y W. Gutiérrez, 1975. Consideraciones sobre la evolución geológica del Precámbrico y Paleozoico del norte argentino. Segundo Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas IV: 341-361. Buenos Aires.
- Salinas, H.A., S.A. Gorustovich, R.G.F. Bustos, R. Guidi, V.G. Chiaradia y J.A. Burgos, 1982. Informe geológico-económico del distrito uranífero Tonco-Amblayo (Salta) período 1959-1981. Comisión Nacional de Energía Atómica. Departamento Regional Noroeste. Inédito. Salta.
- Sandruss, A., 1978. Estudio geológico-minero del yacimiento boratífero de Laguna de Guayatayoc, distrito Quebralaña, departamentos Cochínoca, Tumbaya, Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Minería. Inédito Jujuy.
- Santomero, A.M.O., 1963. Prospección radiométrica en la cuenca del Río Amblayo. Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas I: 167-182 (in Acta Geológica Lilloana 7). Tucumán.
- Schalamuk, I., R. Fernández y E. Etcheverry, 1983. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región NOA (Provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta y Tucumán). Ministerio de Economía, Subsecretaría de Minería, Anales, 20: 1-208. Buenos Aires.
- Schlagintweit, O., 1943. La posición estratigráfica del yacimiento de hierro de Zapla y la difusión del horizonte glacial de Zapla en la Argentina y Bolivia. Minería, Geología y Mineralogía, 13(4): 115-127. Buenos Aires.
- Schneider-Scherbina, A., 1962. Über metallogenetische Epochen Boliviens und hybriden Charakter der sogenannten Zinn-Silber-Formation. Geologische Jahrbuch, 81: 157-170. Hannover.
- Schneider H.J. y B. Lehmann, 1977. Contribution to a new genetical concept on the Bolivian Tin Province in D.D. Klemm y H.J. Schneider (Editores). Time and strata-bound ore deposits. Berlín, Springer Verlag, 154-168.
- Schneiderhöhn, H., 1962. Erzlagerstätten Kurzvorlesungen zur Einführung und Wiederholung. Gustav Fisher Verlag, 371 p. Stuttgart.
- Schwab, K., 1971. Beobachtungen ein jungen Vulkanitvorkommen der argentinische Puna. Münsterche für Forschungen Geologia und Paläontologie, 20/21: 251-274. Stuttgart.
- Schwab, K., 1972. Cenozoic volcanism in the Argentine Puna and its relationship to tectonic movements. 24th International Geological Congress, Proceedings, Section 2 Petrology: 211-221. Montreal.
- Schwab, K., 1973. Die Stratigraphie in der Umgebung des Salar de Cauchari (NW Argentinien). Geotektonische Forschungen, 43: 1-168. Stuttgart.
- Schwab, K. y H. Lippolt, 1974. K/Ar mineral ages and late cenozoic history of the Salar de Cauchari area (Argentine Puna) in Andean and Antarctic Volcanology Problems. Symposium. International Association of Volcanology and Chemistry of the Earths Interior, Proceedings, 698-714. Nápoles.
- Servant-Vildary, S., 1978. Les diatomées des dépôts lacustres quaternaires de l'Altiplano bolivien, Premières interpretations paléoclimatiques. Orstom, Cahier, 10(1): 9-23. París.
- Sgrosso, P., 1935. Los yacimientos aluvionales de estaño del departamento Rinconada, provincia de Jujuy. Dirección General de Minas y Geología, Publicación, 110. Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1939. Los yacimientos estanníferos y de plata y estaño de la provincia de Jujuy. República

- Argentina. *Revista Minera*, 10(2): 43-64; 10(3): 65-69. Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1943. Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minas y Geología, Boletín, 53. Buenos Aires.
- Sillitoe, R.H., 1972. A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits. *Economic Geology*, 67: 184-197. Lancaster.
- Sillitoe, R.H., 1975. Lead-silver, manganese and native sulfur mineralization within a stratovolcano, El Quevar, northwest Argentina. *Economic Geology*, 70(7): 1190-1201. Lancaster.
- Sillitoe, R.H., 1976. A reconnaissance of the Mexican porphyry copper belt. *Institution of Mining and Metallurgy Transaction, Section B, Applied Earth Science*, 85: B170-189. Londres.
- Sillitoe, R.H., 1977. Permo Carboniferous, Upper Cretaceous and Miocene porphyry copper type mineralization the Argentine Andes. *Economic Geology*, 72(1): 99-103. Lancaster.
- Sillitoe, R.H., 1977. Metallic mineralization affiliated to subaerial volcanism: a review from: "Volcanic Processes in Ore Genesis. Geological Society. Institution of Mining and Metallurgy, 99-116. Londres.
- Spencer, F.N., 1950. The geology of the Aguilar lead zinc mine, Argentina. *Economic Geology*, 45(5): 405-433. Lancaster.
- Stappenbeck, R., 1918. Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación en la República Argentina. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minería, Geología e Hidrología. Boletín, Serie B, 19. Buenos Aires.
- Stegmann, E., 1942. La mina de oro "El Cóndor" en la provincia de Jujuy. *Industria Minera*, 16. Buenos Aires.
- Steinmann, G., 1910. Gebirgsbildung und Massengesteine in der Kordillere Südamerikas. Über gebundene Erzgänge in der kordillere Südamerikas. I. Die Kordillere. *Internationale Kongress Düsseldorf in Geologische Rundschau* 1: 13-16. Berlín.
- Stelzner, A., 1873. Mineralogische Beobachtungen im Gebiete der Argentinischen Republik. *Tschermaks Mineralogische, Mittheilungen*, 219-254. Viena.
- Stelzner, A., 1885. Contribución a la Geología Argentina (Traducción del Alemán). *Academia Nacional de Ciencias, Actas*, 8, 168 p. (1923-1924). Córdoba.
- Stipanovic, P., A. Belluco, H. Nicoletti, S.A. Gorustovich, J.A. Salfity, A. Vullien, A. Suriano, M. Koukharski y E. Abril, 1984. Uranium occurrences in volcanic rocks of northwestern Argentina. *Tech. comm. meet on uranium deposits in volcanic pokcs. Paper IAEA-Tc, 490/13*. El Paso.
- Stipanovic, L.N. y E. Linares, 1967. Edades radiométricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico. *Academia Nacional de Ciencias, Boletín*, 47(1): 51-96. Córdoba.
- Stoll, W., 1964. Metallogenic belts, center and epochs in Argentina and Chile. *Economic Geology*, 5(59): 126-135. Lancaster.
- Sureda, R.J. y G.C. Amstutz, 1981. Neue Untersuchungen über die schicht gebundenen Pb-Zn Lagerstätten in der Sierra de Aguilar, Provinz Jujuy, Argentinien. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 1(3-4): 494-504. Stuttgart.
- Sureda, R.J., M.A. Galliski y S.A. Gorustovich, 1984. Los minerales de uranio y cobre en la manifestación nuclear Cajoncillo, provincia de Salta, República Argentina. *Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas VII: 407-417*. Buenos Aires.
- Suszczyński, E.R. y colaboradores (R. Ruy Derze, Compilador, 1972). Mapa metalogenético do Brasil: (Noticia explicativa da Legenda, 1973). Brasília.
- Svetliza, S.S. de, 1980. Estudio mineralógico y consideraciones genéticas del distrito minero: Pan de Azúcar, departamento Rinconada, provincia de Jujuy. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 35(3): 375-400. Buenos Aires.
- Toselli, A.J., 1981. Determinación preliminar del grado metamórfico en base a la cristalinidad de illita en algunas localidades del noroeste de Argentina. *Instituto de Ciencias Geológicas, Revista*, 4: 19-26. Jujuy.
- Toselli, A.J. y F.G. Aceñolaza, 1978. Geocronología de las Formaciones Puncoviscana y Suncho, provincia de Salta, Catamarca. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, (33(1): 76-80. Buenos Aires.
- Toselli, A.J. y F.G. Aceñolaza, 1984. Presencia de eruptivas basálticas en afloramientos de la Formación Puncoviscana, en Coraya, departamento Humahuaca, Jujuy. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 39(1-2): 158-159. Buenos Aires.
- Toselli, A.J. y E. Oyarzábal, 1984. Relación de la Formación Puncoviscana con el basamento metamórfico de la sierra de Quilmes. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 39(1-2): 156-157. Buenos Aires.
- Toselli, A.J. y Rossi de Toselli, 1977. El Plutón granítico de la sierra de los Cobres, provincia de Salta, Argentina. *Acta Geológica Lilloana*, 13(5): 169-186. Tucumán.
- Toselli, A.J., J. Rossi de Toselli y C.W. Rapella, 1978. El basamento metamórfico de la sierra de Quilmes, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 33(2): 105-121. Buenos Aires.
- Toubes, R.O., 1969. Informe sobre estudios realizados en el área del Tonco, con especial referencia al yacimiento "Don Otto", Salta. *Comisión Nacional de Energía Atómica. Informe Inédito*. Buenos Aires.
- Turneaure, F.S., 1955. Metallogenic provinces and epochs. *Economic Geology*, 50(1): 39-91. Lancaster.
- Turner, J.C.M., 1958. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra

- de Rinconada, Jujuy. Asociación Geológica Argentina, Revista, 13 (1-2): 15-40. Buenos Aires.
- Turner, J.C.M., 1960a. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria, provincias de Salta y Jujuy. Academia Nacional de Ciencias, Boletín, 41: 163-196. Córdoba.
- Turner, J.C.M., 1960b. Estratigrafía del nevado de Cachi y sector al oeste, Salta. Acta Geológica Lilloana, 3: 191-226. Tucumán.
- Turner, J.C.M., 1964a. Descripción geológica de la Hoja 2b, La Quiaca (provincia de Jujuy). Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín, 103. Buenos Aires.
- Turner, 1964b. Descripción de la Hoja 7c, Nevado de Cachi, provincia de Salta. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín, 99. Buenos Aires.
- Tuttolomondo, F., 1982. Informe técnico interno. Sociedad Minera Pirquitas. Buenos Aires.
- UNESCO y Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 1968-1982. Carte métallogénique de l'Europe, 9 hojas. París.
- Universidad Nacional de Salta, 1982. Exploración geotérmica (fase de reconocimiento) en Puna salteña y cerro Galán, Salar de Antofalla (Catamarca). Inédito. Salta.
- Vallés, J.M., 1980. Contribución a la metalogénesis de la provincia de Río Negro. Sexto Congreso Geológico Argentino, 3: 179-200. Buenos Aires.
- Viera, O., 1975. Informe área de reserva N° 26 Organullo, provincia de Salta. Centro de Exploración Geológico Minera. Dirección General de Fabricaciones Militares. Inédito. Salta.
- Viera, O., 1984. Geología de la comarca de Eureka, departamento de Santa Catalina, provincia de Jujuy. Universidad Nacional de Tucumán, Tesis. Tucumán.
- Vila, T., 1974. Geología y geoquímica de los depósitos salinos andinos, provincia de Antofagasta. Universidad de Chile. Departamento de Geología, Tesis de Grado. Inédito. Santiago.
- Vilela, C., 1956. Descripción geológica de la Hoja 7d, Rosario de Lerma (provincia de Salta). Dirección Nacional de Minería, Boletín, 84. Buenos Aires.
- Vilela, C. y J. García, 1978. Descripción geológica de la Hoja 9e Amblayo, provincia de Salta. Servicio Geológico Nacional, Boletín, 150, 67p. Buenos Aires.
- Villar Fabre, J.F., A.M.O. Santomero y H.N. Lucero, 1957. Los minerales de thorio en la Argentina. Comisión Nacional de Energía Atómica. Inédito. Buenos Aires.
- Viramonte, J.G., R.N. Alonso, R. Gutiérrez y R.A. Argañaraz, 1984a. Génesis del litio en salares de la Puna argentina. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas III: 471-481. Buenos Aires.
- Viramonte, J.G., M.A. Galliski, V. Araña Saavedra, A. Aparicio, L. García Cacho y C. Martín Escorza, 1984b. El finivulcanismo básico de la depresión de Arizaro, provincia de Salta. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas III: 234-251. Buenos Aires.
- Viramonte, J.G., R.H. Omarini, V. Araña Saavedra, A. Aparicio, L. García Cacho y P. Párica, 1984c. Edad, génesis y mecanismos de erupción de las riolitas granatíferas de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta. Noveno Congreso Geológico Argentino, Actas, III: 216-233. Buenos Aires.
- Viramonte, J.G., R.H. Omarini, V. Araña Saavedra, M. Figueroa Caprini, J.J. Marcuzzi y R. Seggiaro, 1983. Estudio geológico-tecnológico de los materiales puzolánicos de Los Patos, San Antonio de los Cobres, provincia de Salta, República Argentina. Segundo Congreso Argentino de Geología Económica, Actas I: 301-316. Buenos Aires.
- Viramonte, J.G., R.J. Sureda y M.A. Raskovsky, 1975. Rocas metamórficas de alto grado al oeste del salar Centenario, Puna salteña, República Argentina. Sexto Congreso Geológico Argentino, Actas II: 191-206. Buenos Aires.
- Vlasov, K.A., 1968. Genetic types of rare elements deposits. Academia de Ciencias U.S.S.R. Traducción Israel Program for Scientific Translations, III. Jerusalén.
- Watanabe, M., 1923. The geological distribution of ore deposits in Japan. Economic Geology, 18: 173-198. Lancaster.
- Zeil, W., 1979. The Andes. A geological review. Verlag von Gebrüder Borntraeger. 260 p. Berlín.
- Zuffardi, P., 1975. Evolución de las ideas sobre teorías genéticas en el último medio siglo. Simposio Internacional sobre Recursos Naturales no renovables de América Latina, II: 59-65. Caracas.

Recibido: 25 de julio de 1985
Aceptado: 17 de abril de 1986

RICARDO J. SUREDA
MIGUEL A. GALLISKI
JORGE DAROCA
Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177
4400 Salta
República Argentina

PEDRO ARGANARAZ
Dirección General de Minería
Ruta 9, camino a Vaqueros
4400 Salta

INDICACIONES A LOS AUTORES

La revista *Capricornio* está destinada a la publicación de artículos vinculados con la geología de América del Sur y demás regiones del trópico austral.

La revista no es periódica e integra volúmenes numerados correlativamente a partir del primero, con indicación del año, o los años, en que han aparecido sus respectivos números o entregas. Cada volumen contiene cuatro entregas con numeración correlativa de sus páginas.

La aparición de los números, y por ende de los volúmenes, depende de la cantidad de trabajos aceptados para su publicación.

La Dirección y el Comité Editor de la revista alientan una política editorial orientada a seleccionar trabajos originales, en las diferentes disciplinas geológicas, que comprenden áreas geográficas considerables de los países sudamericanos o aquellos ubicados en las antiguas tierras del Gondwana. Se estimula la elaboración de temas extensos, monográficos, que resulten de interés por su panorama amplio y actualizado. En tal sentido, no se pone límite al desarrollo de las contribuciones y sus referencias. Aquellos trabajos muy puntuales o de valor local sólo serán aceptados cuando sus implicancias y contenidos aseguren su trascendencia afectando principios fundamentales o conceptos establecidos.

Los artículos están sujetos a revisión por parte de los árbitros que integran el Consejo Editorial Honorario de la revista, quienes podrán solicitar correcciones o enmiendas. La decisión de aceptar o rechazar un artículo es responsabilidad de la Dirección de la revista y su Comité Editor, conforme a las opiniones vertidas por el Consejo Editorial Honorario. Cuando lo considere conveniente el Comité Editor solicitará la consulta de otros investigadores previa indicación de uno de los árbitros.

Los autores deben remitir a la Dirección de la revista dos copias del manuscrito y sus ilustraciones. Los originales definitivos del texto e ilustraciones serán solicitados con posterioridad a la aceptación del trabajo. Los originales no serán devueltos.

La revista entrega 25 ejemplares sin cargo de cada trabajo. Los autores que deseen mayor cantidad, deben manifestarlo al ser aceptado el trabajo y abonar el excedente solicitado.

Titulo y Resumen

El título debe informar sobre el tema central del trabajo y su ubicación geográfica.

Se recomienda redactar el título con precisión, sin utilizar vocablos superfluos y teniendo presente que de aquél son extraídas las palabras clave mediante las cuales el trabajo quedará documentado en ficheros de bibliotecas y servicios de documentación.

El resumen es una versión sucinta del trabajo, no mayor de 300 palabras, sin citas o referencias. Se redactará un resumen en castellano y su traducción al inglés. Si el artículo está escrito en otra lengua, podrá redactarse un tercer resumen traducido a ésta.

Texto

Los títulos del texto, en orden de importancia, son los siguientes: 1) Título principal, escrito con tipos mayúsculos; 2) Subtítulo en tipos minúsculos, subrayado; 3) Subtítulo escrito en tipos itálicos. Si los autores lo consideran necesario, podrán numerar títulos y subtítulos.

Títulos y subtítulos se escribirán recostados sobre el margen izquierdo de la columna. Los puntos aparte se indicarán dejando tres espacios desde el margen izquierdo. A continuación de los puntos seguidos se dejarán dos espacios.

Los autores redactarán el texto del trabajo en papel blanco de buen cuerpo, en hojas tamaño oficio (34 x 22 cm), en cuya parte central se escribirá en una sola columna de 10 cm de ancho, en forma continua. En imprenta, estas columnas serán compaginadas y luego fotografiadas y reducidas a 6,2 cm de ancho, que es la medida de cada columna impresa.

Las páginas escritas por los autores se numerarán con lápiz, al dorso de cada una de ellas.

El texto escrito será el definitivo, de modo que su dactilografiado deberá carecer por completo de imperfecciones. Cuando sea imposible borrar con prolijidad, los errores podrán ser obviados repitiendo directamente el texto correcto a renglón seguido; en ese caso se indicará con una flecha dibujada a lápiz el renglón mal escrito, para su eliminación en imprenta.

El texto será escrito, invariablemente, con máquina IBM eléctrica, letra Letter Goth, con escape 10 y espaciado de uno y medio renglones. Con el mismo tipo de letra se escribirán los títulos principales (mayúsculas) y los subtítulos (minúsculas subrayadas). Los subtítulos con tipos itálicos -como también los nombres de géneros y especies en Paleontología y Biología- se escribirán con letra Script. El espaciado entre el texto y los títulos y subtítulos será de dos renglones.

La lista bibliográfica así como la parte descriptiva de los apéndices serán escritas a un solo espacio con letra Prestige Elite y escape 10.

Las menciones bibliográficas se indicarán, luego del título de cada artículo, escribiendo en forma completa las denominaciones de revistas, congresos, sociedades, editoriales, etcétera, sin utilizar abreviaturas. Con números arábigos se indicarán, en el orden que se menciona, los volúmenes o tomos, las series o números o entregas, y las páginas. Las series, números o entregas se dispondrán entre paréntesis; las páginas están precedidas por dos puntos y se indicarán la primera y la última unidas por un guión. Ejemplo: 62(4): 1121-1143. En todos los casos se indicará la ciudad donde se publicó el artículo que se cita. La bibliografía incluirá las citas mencionadas en el texto e ilustraciones.

El idioma oficial de la revista es el español, aunque se aceptan contribuciones escritas en otras lenguas (portugués, francés, inglés y alemán) cuando la naturaleza de ellos así lo requiera, según el criterio de la Dirección y del Comité Editor de la revista.

A modo de ejemplo, el texto final de los artículos puede tener el siguiente orden general: Título, Resumen, Abstract, Texto (con títulos principales y subtítulos), Conclusiones, Apéndice, Bibliografía. La Dirección de los autores y fechas de recepción y aceptación del artículo, quedan indicados al final de éste.

En la revista no se publicarán notas de pie de página.

Los autores que carezcan de medios para redactar las contribuciones según las presentes normas, podrán solicitar a la Dirección se responsabilice de la confección final del manuscrito, previo pago de la tarea de dactilografiado.

Para los casos no contemplados en las presentes normas, se sugiere seguir el estilo de los artículos publicados en la revista.

Ilustraciones

La caja de impresión es de 13 x 21 cm en un tamaño de hoja de 17 x 24 centímetros. Las ilustraciones que se deseen publicar a página entera deberán guardar una justa relación entre ancho (13 cm) y largo (21 cm), es decir, 1: 1,61. También podrán publicarse ilustraciones de menor tamaño. Si el trabajo así lo requiere y justifica, se considerará la posibilidad de publicar ilustraciones mayores, fuera del texto.

En lo posible, se solicita a los autores presentar las ilustraciones al doble de tamaño elegido para su publicación. En todos los casos debe preverse que las letras, abertura de rastras y tramas no resulten empastadas en la impresión final.

Las ilustraciones se presentarán dibujadas en tinta china negra sobre papel transparente o blanco mate, de buen cuerpo: no se aceptarán como originales copias heliográficas o xerográficas. Como norma general, se tratará de evitar los recuadros en las ilustraciones.

Las letras y números se dibujarán en todos los casos con letrógrafo. Todas las ilustraciones deberán llevar escala gráfica exclusivamente, inclusive las fotografías. Las principales ilustraciones dibujadas llevarán en una esquina los nombres de los autores y el año de confección.

En lo posible deberá figurar en mapas y perfiles la totalidad de las localidades mencionadas en el texto.

En todos los casos sin excepción, los mapas deberán dibujarse indicando en ellos las coordenadas geográficas, o bien las de Gauss-Krüger u otras.

Los autores deberán integrar las ilustraciones tratando de lograr el mayor aprovechamiento de los espacios y de equilibrar las superficies libres con las dibujadas. Asimismo, adjuntarán por separado el texto explicativo de cada una de las ilustraciones. Deberán también controlar la numeración mencionada en el texto con la que figura en las ilustraciones. En cada ilustración se escribirán con lápiz -fuera del recuadro de caja- el número correspondiente a la figura, el nombre de los autores y el título abreviado del trabajo.

Las fotografías deberán ser claras y tener buen contraste. Fósiles, muestras de mano, etcétera, se iluminarán desde el ángulo superior izquierdo. No se publicarán ilustraciones en color.

Capricornio

Registro Nacional de la Propiedad
Intelectual en Trámite

VOLUMEN 1 Nº 1

1986

INDICE

- González Bonorino, Félix - "Geología de la Patagonia: Estudio regional de la Cordillera Andina, vertientes atlántica y pacífica, entre los paralelos 40° y 52° LS".....1-38
- Sureda, Ricardo J., Galliski, Miguel A., Argañaraz, Pedro y Daroca, Jorge - "Aspectos metalogénicos del noroeste argentino (provincias de Salta y Jujuy)".....39-96